

**Evaluación del riesgo financiero en la contratación de mano de obra del sector constructor en el Área Metropolitana de Antioquia**

**Juan Esteban Uribe Tobón**

**Gustavo Alberto Sánchez Tobón**

**Universidad EAFIT  
Escuela de Administración  
Maestría en Administración de Riesgos  
Medellín  
2021**

**Evaluación del riesgo financiero en la contratación de mano de obra del sector constructor en el Área Metropolitana de Antioquia**

**Juan Esteban Uribe Tobón**

**Gustavo Alberto Sánchez Tobón**

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Administración de Riesgos

Asesor:

Elkin Arcesio Gómez Salazar

**Universidad EAFIT**

**Escuela de Administración**

**Maestría en Administración de Riesgos**

**Medellín**

**2021**

## **Resumen**

El riesgo financiero en el sector constructor afecta la ejecución y evolución de los proyectos, según los parámetros de calidad establecidos por las partes. Dado lo anterior, es importante establecer mecanismos que permitan una acertada selección de los contratistas, especialmente en las actividades críticas del proceso constructivo, como son la cimentación, la estructura y la mampostería. Esta investigación está enfocada en analizar el nivel de riesgo financiero en la relación contractual entre empresas constructoras y contratistas del Área Metropolitana del departamento de Antioquia (Colombia). Los aspectos metodológicos del estudio son de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) y un alcance descriptivo-explicativo, que permita identificar los factores de riesgos asociados a la mano de obra en el proceso constructivo y en la interacción contratista-constructora. Además, realizar un análisis cuantitativo sobre los datos recolectados, por medio de 31 encuestas estructuradas con expertos en la contratación de mano de obra, costos y presupuestos, gestión de riesgos y administración de proyectos de construcción. Este estudio permitió generar elementos y herramientas para anticiparnos a la materialización de riesgos financieros, que impactan negativamente los proyectos en la contratación de mano de obra y generar valor agregado a ambas partes: constructora y contratistas.

**Palabras claves:** Administración de riesgos, Riesgo financiero, Sector constructor, Construcción, Contratación, Mano de obra, Constructora, Contratista.

## **Abstract**

Financial risk in the construction sector affects the execution and evolution of projects, according to the quality parameters established by the parties. Given the above, it is important to establish mechanisms that allow a correct selection of contractors, especially in critical activities of the construction process such as foundations, structure and masonry. This research is focused on analyzing the level of financial risk in the contractual relationship between construction companies and contractors in the metropolitan area of the department of Antioquia (Colombia). The methodological aspects of the study are of a mixed approach (qualitative and quantitative) and a descriptive-explanatory scope, which allows identifying the risk factors associated with labor in the construction process and in the contractor-construction interaction, in addition to carrying out a quantitative analysis on data collected through 31 structured surveys with experts in labor hiring, costs and budgets, risk management, and construction project management. This study made it possible to generate elements and tools to anticipate the materialization of financial risks, which negatively impact the projects in the hiring of labor and generate added value to both parties: construction Company and contractors.

**Key words:** Risk management, Financial risk, Construction sector, Construction, Contracting, Labor, Construction company, Contractor.

## Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
1.1. Contexto.....	7
1.2. Antecedentes.....	8
1.3. Alcance.....	8
1.4. Justificación.....	9
1.5. Pregunta de investigación.....	9
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>9</b>
2.1. Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
<b>3. Marco teórico</b> .....	<b>10</b>
3.1. Conceptos de administración de riesgos.....	11
3.1.1. Definición de gestión de riesgos.....	11
3.1.2. Identificación de riesgos.....	12
3.1.3. Medición de riesgos.....	16
3.1.4. Control y monitoreo de riesgos.....	19
3.2. Aproximación a los riesgos financieros.....	20
3.3. Contratación de mano de obra.....	22
3.3.1. Contexto legal del contrato de mano de obra.....	23
3.3.2. Mano de obra en el sector constructor.....	24
3.3.3. Particularidades del contrato de mano de obra en el sector constructor.....	24
3.4. Gestión de riesgos en la construcción.....	25
3.4.1. Antecedentes.....	25
3.4.2. Macroprocesos del proceso constructivo de mano de obra.....	26
3.4.3. Cimentación o subestructura.....	26
3.4.4. Estructura.....	27
3.4.5. Mampostería.....	28
3.5. Gestión administrativa.....	29
3.6. Estudios previos.....	30

3.7.	Área Metropolitana de Antioquia .....	31
<b>4.</b>	<b>Aspectos metodológicos .....</b>	<b>32</b>
4.1.	Alcance .....	33
4.2.	Enfoque .....	33
4.3.	Muestreo .....	33
4.4.	Herramientas cualitativas del estudio .....	34
4.4.1.	Artículos y trabajos académicos .....	34
4.5.	Herramientas cuantitativas del estudio .....	38
4.5.1.	Escala de Likert .....	38
4.5.2.	Encuesta.....	39
4.6.	Técnicas y/o herramientas de análisis.....	40
4.6.1.	Distribución de frecuencias y representaciones gráficas.....	41
4.6.2.	Simulación Monte Carlo.....	42
4.6.3.	Funciones de distribución.....	44
4.6.4.	Análisis de escenarios.....	45
<b>5.</b>	<b>Desarrollo del trabajo .....</b>	<b>46</b>
5.1.	Identificación .....	46
5.2.	Medición .....	50
5.2.1.	Análisis de probabilidad.....	50
5.2.2.	Análisis de impacto .....	89
5.2.3.	Análisis de criticidad (nivel de riesgo: probabilidad x impacto).....	127
5.3.	Control y monitoreo.....	179
<b>6.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>199</b>
<b>7.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>201</b>
	<b>Referencias .....</b>	<b>202</b>

## **Lista de figuras**

Figura 1. Factores de riesgo en la contratación mano de obra. ....	21
--	----

## **Lista de tablas**

Tabla 1. Artículos, textos, información académica y bases de datos consultadas.....	35
Tabla 2. Escala continua de evaluación utilizada en la encuesta.....	39
Tabla 3. Descripción de riesgos identificados por categoría de análisis. ....	48
Tabla 4. Nivel de criticidad de riesgos identificados de mayor a menor nivel de riesgo. ..	127
Tabla 5. Descripción de medidas de control y monitoreo del riesgo e indicadores. ....	180

## **1. Introducción**

El presente capítulo tiene como función ambientar al lector sobre los contenidos más importantes del estudio ejecutado en la disciplina de la administración de riesgos, con enfoque en la contratación de mano de obra en el sector de la construcción; por esto, contiene una breve presentación del problema de investigación, señalando el contexto y los antecedentes (teóricos y prácticos) de la gestión de riesgos en el sector para las constructoras y contratistas colombianos, así como a nivel internacional, evidenciando la importancia y el significado de la investigación en el campo respectivo y la aplicación en el área investigada. De igual forma, se menciona el alcance y las estrategias metodológicas empleadas para el desarrollo del estudio, como ruta para llegar a unas conclusiones relevantes al final del estudio. Así mismo, por medio de la justificación, se mencionan las razones y los resultados esperados, producto de ejecutar dicha metodología, teniendo como precedente que para la factibilidad y calidad de un proceso de construcción, es imprescindible tener una gestión de riesgos que tenga un enfoque regulatorio y contemple el riesgo inherente de la actividad desarrollada (Bernal, 2010).

### **1.1. Contexto**

La administración y gestión de riesgos es un campo importante en la industria de la construcción, que ha ganado más importancia internacionalmente, debido a las últimas investigaciones realizadas a gran escala (Iqbal, Choudhry, Holschemacher & Tamošaitienė, 2015). Estos estudios demuestran que los riesgos involucrados en los proyectos son uno de los principales factores que resultan en impactos financieros que afectan a todos los grupos de interés (Khan & Gul, 2017). Adicionalmente, el proceso de estructuración de costos mediante análisis de riesgos en proyectos de construcción, es muy crítico para lograr el éxito financiero del proyecto (Sathishkumar, Ragunath & Suguna, 2015).

Sin embargo, este campo de estudio es relativamente nuevo en Colombia, en especial la gestión de riesgos financieros, que requiere más atención para aportar algún beneficio a las empresas constructoras y contratistas. Los proyectos de construcción donde intervienen las constructoras tienen un proceso fundamental, que es la selección y contratación de mano de obra, donde los contratistas seleccionados del proyecto se enfrentan a una serie de riesgos que tienen efectos negativos en los objetivos del proyecto, como el tiempo, el costo y la

calidad (Iqbal et al., 2015). Una de las principales razones de esto parece ser la falta de capacidades y conocimiento de gestión de riesgos (Serpell, Ferrada & Rubio, 2017).

## **1.2. Antecedentes**

El nivel de riesgo identificado para un contrato de mano de obra en el sector de la construcción es un factor serio, que influye en la decisión de aceptar o no el contrato entre constructoras y contratistas. La cuestión clave es la identificación adecuada del riesgo financiero del contrato, el análisis de factores de riesgo que tienen un impacto significativo en el éxito del proyecto y el método de verificación de la experiencia de la empresa contratista en la industria de la construcción (Dziadosz, Tomczyk & Kapliński, 2015).

Una gestión de riesgos inadecuada en la contratación y selección de mano de obra, sin la inclusión de los elementos claves mencionados anteriormente, conllevará a la materialización de riesgos importantes para el proyecto, con impactos en tiempos de entrega, calidad de la obra, reputación e imagen de la constructora, entre otros, que al final repercutirán financieramente en el presupuesto y costos del proyecto.

## **1.3. Alcance**

Dado los antecedentes y el contexto anterior, el objetivo de este estudio es medir el nivel de riesgo financiero en el presupuesto de la obra, por la materialización de riesgos administrativos, operativos, económicos, financieros, técnicos, entre otros, en el proceso de contratación de mano de obra para el sector de la construcción en Antioquia, aplicado a proyectos desarrollados en los municipios que hacen parte del Área Metropolitana como: Medellín, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, entre otros. Esto por medio de análisis centrados en separar y determinar la frecuencia de los factores de riesgo financiero en los proyectos de construcción y su impacto en la implementación del proyecto.

La metodología en general de la investigación, se fundamentó en artículos y trabajos académicos relacionados con la gestión del riesgo en el sector constructor, datos provenientes del gremio de la construcción que son brindados por las empresas agremiadas y no agremiadas a Camacol, así como encuestas estructuradas con expertos, desde la estructuración de proyectos como responsables del área de contratación y riesgos.

## **1.4. Justificación**

Este estudio está justificado al buscar lograr el crecimiento y beneficio de las empresas contratantes, así como de las empresas contratistas, dado que esto beneficia la ejecución efectiva de un proyecto, cumpliendo con los tiempos y la calidad pactada, permitiendo tener una visión clara de la importancia de la gestión de los riesgos en el sector de la construcción y proporcionar a las partes los elementos necesarios para gestionar dichos riesgos, de manera efectiva en las empresas de la construcción (Serpell et al., 2017).

Este alcance y enfoque metodológico, pretende lograr un nivel de análisis adecuado y generar valor agregado al campo de la administración de riesgos financieros, con foco principal en el sector constructor, el cual es vital para el desarrollo económico y social del país. Así mismo, generar un aporte académico importante dentro del proceso de evaluación de riesgos financieros en el sector constructor, en el marco de la Maestría en Administración de Riesgos de la Universidad EAFIT.

## **1.5. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el nivel de riesgo financiero que generan los contratistas de mano de obra al sector de la construcción en el Área Metropolitana de Antioquia (Colombia), en el lapso 2018 a 2020?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el riesgo financiero en el proceso de contratación de mano de obra para el sector de la construcción en el Área Metropolitana de Antioquia.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar los riesgos asociados al proceso de contratación de mano de obra en el sector de la construcción.
- Medir los riesgos identificados en el proceso de contratación de mano de obra en el sector de la construcción en términos de probabilidad e impacto.

- Presentar información de los resultados obtenidos respecto al nivel de riesgo financiero en el proceso de contratación de mano de obra.
- Proponer procedimientos de control de riesgos financieros de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación.

### **3. Marco teórico**

En este capítulo se desarrollarán las bases y conceptos teóricos que fundamentan la evaluación financiera de riesgos en la contratación de mano de obra del sector constructor, que serán utilizados de manera práctica en el desarrollo de la investigación (Bernal, 2010).

Dado lo anterior, en la primera parte se describirá un panorama general de los conceptos teóricos de la administración de riesgos, con foco principal en la definición teórica de “riesgo” por diferentes autores expertos en la materia y el enlace con la gestión de dicho riesgo, para mitigar su probabilidad de ocurrencia e impacto en el desarrollo de los procesos constructivos. De igual forma, se dará alcance a los conceptos teóricos de las etapas de identificación, medición, control y monitoreo de riesgos, como base fundamental para llevar a cabo dicha función de gestión de riesgos.

En la segunda parte, se ejecutará una aproximación a los conceptos teóricos de los principales riesgos financieros como el mercado, liquidez, crédito y operacional, que están directamente asociados con la salud de los flujos de caja de los contratistas y se ven afectados por la eficacia de los procedimientos de toma de decisiones dentro de las organizaciones de construcción.

En la tercera parte, se ejecuta una investigación detallada de los conceptos teóricos y prácticos de la contratación de mano de obra, incluyendo entre ellos, el contexto legal colombiano para este tipo de contratos, así como analizar la integración de la mano de obra en el sector constructor y particularidades del contrato de mano de obra en el sector constructor, que permiten visualizar el nivel de riesgo e importancia que representa su estudio.

En la cuarta parte, se ejecuta un análisis de la gestión de riesgos en el sector constructor como resultado de la combinación de los conceptos anteriormente desarrollados, donde se evidencian los antecedentes a nivel nacional e internacional de la evaluación de riesgos en

los proyectos de construcción, así como un alcance técnico y metodológico a los macro procesos más importantes del proceso constructivo, como son la cimentación, estructura y mampostería.

En la quinta parte, se analiza la gestión administrativa de proyectos de construcción y sus funciones, donde destacan la planificación financiera por medio de la identificación de problemas financieros claves, asignación de roles, responsabilidades y relaciones de informes del proyecto, el control financiero, la administración documental y los registros.

En la sexta parte, se da alcance a estudios previos respecto a los riesgos en los proyectos de construcción, donde se revelan el comportamiento de la industria en general, los factores financieros y económicos, seguido de la calidad, los riesgos más importantes, así como las medidas para el tratamiento de estos.

Finalmente, en la séptima parte, se estudiarán las diferentes variables que permiten analizar las características y entorno del Área Metropolitana de Antioquia y sus proyectos de construcción, ya que evidencian la necesidad de más atención, porque son riesgosos, competitivos y dinámicos por el desarrollo de los municipios que la conforman.

### **3.1. Conceptos de administración de riesgos**

En este apartado se describirá un panorama general de los conceptos teóricos de la administración de riesgos, con foco principal en la definición teórica de riesgo y el enlace con la gestión de dicho riesgo, para mitigar su probabilidad de ocurrencia e impacto en el desarrollo de los procesos constructivos en el contrato de mano de obra. De igual forma, se dará alcance a los conceptos teóricos de las etapas de identificación, medición, control y monitoreo de riesgos, como base fundamental para la administración de riesgos.

#### **3.1.1. Definición de gestión de riesgos**

El riesgo se define como la exposición a la pérdida y/o ganancia o la probabilidad de ocurrencia de pérdida y/o ganancia, multiplicado por su respectiva magnitud o impacto, ya sea financiero, operacional, legal, entre otros. Así que el riesgo puede ser explicado como un evento que tiene un impacto en objetivos, puede tener un resultado positivo o negativo, y se lleva a cabo en micro, meso y macro entornos (Iqbal et al., 2015). Dado lo anterior, el concepto de riesgo se ha convertido en una parte integral de nuestra sociedad y cada empresa

se enfrenta a eventos inciertos que pueden generar resultados no deseados para la organización (Serpell et al., 2017).

Siguiendo la línea del concepto de riesgo, podemos definir la gestión de riesgos como la identificación, evaluación y priorización de riesgos, seguida de la implementación ordenada y oportuna de recursos financieros, legales y humanos, entre otros, para mitigar, monitorear y controlar la probabilidad y/o impacto de eventos adversos (Serpell et al., 2017). Al aplicar la gestión de riesgos a los proyectos, se debe integrar estrechamente el proceso de factibilidad económica del proyecto, para que sea eficaz el desarrollo de los objetivos planteados (Khan & Gul, 2017).

### **3.1.2. Identificación de riesgos**

La identificación de riesgos es el proceso de detectar de manera sistemática y continua los posibles riesgos y sus posibles consecuencias en un proyecto, utilizando diferentes herramientas y técnicas de identificación de riesgos, clasificando los riesgos en diferentes categorías, precisando sus causas raíz y documentando las características de cada riesgo (Siras & Fayek, 2019). En algunos casos, las respuestas primarias al riesgo también pueden determinarse en la etapa de identificación del riesgo. La identificación de riesgos es la primera y posiblemente la etapa más importante en el proceso de gestión de riesgos, porque las etapas posteriores solo se pueden realizar en los riesgos potenciales que se han identificado (Banaitiene & Banaitis, 2012).

El proceso de identificación de riesgos debe centrarse igualmente en encontrar los riesgos u oportunidades positivas, que tienen efectos beneficiosos sobre los objetivos del proyecto. Sin embargo, la práctica común es concentrarse más en la identificación y gestión de riesgos negativos, y las oportunidades tienden a pasarse por alto o abordarse de manera reactiva (Siraj & Fayek, 2019). La identificación de riesgos es un proceso iterativo y continuo. Debe llevarse a cabo de forma rigurosa y periódica a lo largo del ciclo de vida del proyecto, porque pueden aparecer nuevos riesgos y pueden dejar de existir riesgos previamente identificados, por lo tanto, la atención debe centrarse en la identificación de los riesgos más críticos y frecuentes (Viswanathan & Jha, 2020).

La identificación de riesgos en los proyectos de construcción requiere la participación de las partes interesadas del proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de gestión

de riesgos, si existe, los expertos en la materia, que no son miembros del equipo del proyecto, y expertos en la gestión de riesgos, según el tipo de proyecto. Involucrar al equipo del proyecto en el proceso de identificación de riesgos puede desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos identificados y sus respectivas estrategias de respuesta (Siraj & Fayek, 2019). Además de la participación de combinaciones de expertos y partes interesadas, es de suma importancia tener presente los insumos y fuentes de información, tales como datos históricos del proyecto, literatura académica publicada sobre riesgos, listas de verificación estándar, instrumentos de registro de riesgos, los cuales facilitan la identificación de riesgos y contribuyen a la exhaustividad del proceso de identificación de riesgos. Las herramientas, técnicas y métodos de clasificación involucrados en el proceso de identificación de riesgos para proyectos de construcción, se analizarán a continuación (PMI, 2013).

#### *3.1.2.1. Herramientas y técnicas de identificación de riesgos*

La identificación de riesgos es una de las etapas de la gestión de riesgos más estudiadas en la literatura y trabajos académicos desarrollados en el tema. Dado lo anterior, existe una amplia gama de herramientas y técnicas para la identificación de riesgos. Entre estas herramientas se incluyen y destacan las siguientes: inspección física, revisión de documentación; técnicas de recopilación de información (lluvia de ideas, técnica Delphi, entrevistas, análisis de la causa raíz, cuestionarios y talleres de riesgo); análisis de lista de verificación; análisis de supuestos; técnicas de diagramación (diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo de procesos y diagramas de influencia); análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (DOFA); análisis PESTEL; juicio experto; análisis del árbol de fallos; análisis del árbol de decisiones; y análisis de modo y efecto de falla (Marle & Gidel, 2014; Mejía, 2013; Siraj & Fayek, 2019). Mejía (2013) expresó que debería emplearse una combinación adecuada de herramientas y técnicas en la identificación de riesgos, porque no existe una que sea el mejor método y cada compañía desarrolla metodologías ajustadas a sus necesidades para identificar riesgos. Las mencionadas herramientas utilizadas en el desarrollo del trabajo, según Bernal (2010), Mejía (2013), Marle & Gidel (2014) y Siraj & Fayek (2019), y otros autores, se describen a continuación:

- Revisión de documentación: Técnica fundamentada en fichas bibliográficas que proporciona orientación respecto a los tipos de documentos a revisar, como parte de

una investigación. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio. La documentación puede dividirse en muchas categorías, como: las políticas, guías, normas y otras directrices oficiales; los registros administrativos y financieros; los registros de eventos específicos; estudios académicos y artículos, entre otros (Vala, 2018).

- Diagramas de flujo de sistemas o procesos: Esta herramienta es coloquialmente conocida como Flujogramas y son una herramienta útil en situaciones donde se tiene dificultades para comprender un proceso en detalle, ya que facilitan la comprensión de un vistazo de forma gráfica. Utilizando solo unas pocas palabras y algunos símbolos sencillos, muestran claramente lo que sucede en cada etapa y cómo esto afecta otras decisiones y acciones, lo cual facilita la administración de riesgos, porque permite identificar los posibles eventos negativos que puedan generarse, las posibles causas y las consecuencias de su materialización (Mejía, 2013).
- Juicio experto: Es una técnica en la que se realiza un juicio basado en un conjunto específico de criterios y/o experiencia que se ha adquirido en un área de conocimiento específica, producto, disciplina o industria, etc. Esta base de conocimientos puede ser proporcionada por un miembro del equipo del proyecto, o por varios miembros del equipo, sin embargo, el juicio de un experto por lo general se necesita para cubrir una experiencia que no está presente dentro del equipo del proyecto y, como tal, es común que un grupo externo realice asesoría para identificar posibles riesgos.

En el sector constructor, la selección de herramientas y técnicas adecuadas para la identificación de riesgos requiere tener en cuenta criterios como la fase de proyecto; complejidad del proyecto; disponibilidad de personal capacitado familiarizado con las herramientas y técnicas de identificación de riesgos; madurez del riesgo de la organización; y simplicidad de uso, consideraciones de interacción e integridad de las herramientas y técnicas (Grimaldi, Rafele & Cagliano, 2012).

A pesar de la disponibilidad de varias herramientas y técnicas de identificación de riesgos, solo unas pocas se utilizan con frecuencia en la industria de la construcción. El registro de riesgos contiene información detallada sobre los riesgos identificados y puede ayudar al equipo del proyecto a evaluar, revisar, rastrear, mitigar y controlar los riesgos del proyecto

periódicamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Además, un registro de riesgos bien documentado puede ser una referencia útil para la identificación de riesgos en el futuro y la principal fuente de información para desarrollar una base de datos de conocimientos sobre riesgos (Marle & Gidel, 2014; Siraj & Fayek, 2019).

Adicionalmente, la clasificación (o categorización) de riesgos es una parte integral de la identificación de riesgos, porque ayuda al equipo del proyecto a estructurar los diversos y variados riesgos que pueden afectar un proyecto de construcción. La clasificación estructurada de riesgos contribuye a la eficacia y calidad del proceso de identificación de riesgos y crea una mejor comprensión de la naturaleza de los riesgos y sus fuentes (Marle & Gidel, 2014). Además, una clasificación lógica y estructurada de los riesgos ayuda a reducir la redundancia y la ambigüedad en la etapa de identificación de riesgos y facilita la gestión de los riesgos en las etapas posteriores. En la literatura, se han recomendado varios enfoques para clasificar los riesgos en los proyectos de construcción. Algunos de los enfoques adoptan una categorización amplia, mientras que otros utilizan categorías que son más detalladas (Siraj & Fayek, 2019). Los riesgos se pueden clasificar según su origen, naturaleza, ocurrencia en las diferentes etapas del proyecto, impacto en los objetivos del proyecto, la parte que podría ser el originador del riesgo, entre otros (Siraj & Fayek, 2019).

### *3.1.2.2. Herramientas y técnicas de cuantificación*

Los métodos cuantitativos implican la recopilación y el análisis de datos objetivos, a menudo en forma numérica, que requieren el uso de técnicas, herramientas, sistemas de información entre otros, para el procesamiento de datos obtenido de la población y muestra objeto de estudio. El proceso de investigación, las intervenciones y las herramientas de cuantificación de datos están estandarizados para minimizar o controlar el posible sesgo de la información analizada y proporciona una descripción general de las estrategias de recopilación de datos cuantitativos.

Entre las técnicas más reconocidas y que se utilizan para la evaluación de los riesgos en la investigación cuantitativa, se encuentran las encuestas, escalas de actitudes, pruebas de rendimiento, distribución de frecuencias, modelos econométricos (logit y probit), simulaciones Monte Carlo, pruebas estadísticas y redes bayesianas, curvas fn, índices de riesgo, árbol de probabilidades, de acuerdo con los eventos dependientes e independientes

del riesgo, valor monetario esperado, teoría y funciones de utilidad, árboles de decisión, cadena de Markov, evaluaciones de inversión, análisis de escenarios, análisis de sensibilidad, entre otras herramientas que de manera combinada logran establecer la representatividad del riesgo para el proyecto o proceso evaluado (Ebrahimnejad, Mousavi & Seyrafianpour, 2010; Mejía et al, 2017).

En concordancia con los autores citados, no todos los instrumentos o las técnicas se aplican a toda investigación. Sin embargo, la tendencia es utilizar un mix con la aplicación de varios instrumentos que se complementen a los diferentes objetivos de la investigación. La tendencia contemporánea es el diálogo entre enfoques seleccionados en la metodología de investigación, porque se acepta el criterio de que no hay métodos ni técnicas autosuficientes para la comprensión de un objeto de estudio; por tanto, se reconoce la necesidad de la complementariedad de métodos y técnicas (Bernal, 2010).

### **3.1.3. Medición de riesgos**

Es el conjunto de acciones por las cuales se estima la magnitud de los riesgos identificados en los proyectos de construcción o la actividad que se esté gestionando. Se evalúan para determinar qué tan graves son para el proyecto y el cumplimiento de lo presupuestado por la compañía, en este caso la constructora, determinando así, si son aceptables o no. En la dirección administrativa y la gestión de riesgos asociados del proyecto, no basta con identificarlos, es necesario establecer qué tan probables son y cómo lo afectan; de esta forma se hace posible tomar decisiones y asignar los recursos necesarios para proteger el capital, el recurso humano, grupos de interés, entre otros, de los riesgos más significativos (Mejía, 2004).

Es importante reiterar que en esta etapa de medición de riesgos, se deben analizar aquellos riesgos que de acuerdo al juicio del experto, tengan mayor impacto en el proyecto, desde el punto de vista de aumento de costos y retraso en los tiempos de ejecución de la obra. Dado lo anterior, antes de iniciar la medición y/o cuantificación del riesgo, es necesario establecer los criterios de selección para eliminar todos los factores de riesgo identificados que no impacten de forma significativa al proyecto, es decir, deben verificar todos los riesgos que afectan los procesos más relevantes del proyecto, porque de estos depende principalmente

alcanzar el éxito y no invertir tiempo de análisis en todos los riesgos encontrados en la etapa de identificación, con baja priorización por su nivel de riesgo (García, 2010).

#### *3.1.3.1. La calificación y evaluación del riesgo*

Este proceso es fundamental en la medición y consiste en asignar un valor al riesgo, resultado de multiplicar dos variables: frecuencia e impacto. La primera incorpora el número de veces que se ha presentado o puede presentarse el riesgo y la segunda corresponde a la magnitud de sus efectos de acuerdo al tipo de riesgo, es decir, este no siempre es económico, también lo puede ser legal, regulatorio, reputacional, entre otros (Mejía, 2004).

Para la determinación de la probabilidad y el impacto, se implementan por parte de diferentes autores académicos diversos métodos, entre ellos: cualitativos, semicuantitativos, cuantitativos. Los métodos cualitativos son usados cuando no se tiene suficiente información sobre la materialización de los riesgos y cuando el costo-beneficio no justifica la aplicación de otro método. Este análisis utiliza descripciones para mostrar la posibilidad de ocurrencia del riesgo (baja, media, alta) y el impacto de los efectos (leve, moderado, catastrófico) (García, 2010).

Los métodos cuantitativos se caracterizan por el uso de modelos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, utilizando en gran medida datos de eventos que sean históricos y una frecuencia en los eventos, que permite establecer predicciones. En los métodos semicuantitativos, se ejecutan una mezcla de las características cualitativas y cuantitativas, por medio de la asignación de valores, usando las diferentes fuentes de información disponibles, a través de técnicas como entrevistas y reuniones de grupos interdisciplinarios, así como utilizar diferentes fuentes, como registros históricos, prácticas en el sector y literatura publicada, etc. (Mejía, 2004).

#### *3.1.3.2. Probabilidad e impacto*

La noción de riesgo asociada a los proyectos tiene complejas relaciones estructurales en el actual sistema y contexto nacional e internacional, con el desarrollo de la ciencia. Cualquier progreso tiene tensiones o eventos que podrían conducir a riesgos. La teoría y los aspectos prácticos de los conceptos de probabilidad e impacto en proyectos se tratan de manera diferente, dependiendo del nivel en el que existe la posibilidad del riesgo del evento (Vasile & Vlăduț, 2013), entre ellos destacan:

- A nivel individual: en seguros, pensiones, inversiones, salud, etc.
- A nivel de proyecto - estrategia, planes, gestión, etc.
- A nivel de negocio - estrategia de negocio, gobierno corporativo, etc.
- A nivel de sociedad - seguridad alimentaria, desarrollo económico, terrorismo, etc.

De acuerdo a lo anterior, a nivel de proyecto para la medición de riesgos, la metodología más usada está enmarcada como se explicaba en el apartado anterior, en sus dos dimensiones principales: la probabilidad y el impacto. La probabilidad se deriva de la incertidumbre de riesgo y el impacto es el efecto de la contingencia. Potencial riesgo de designación de pérdida (R), se traduce en términos matemáticos como un resultado del producto del tamaño del impacto (I) y la probabilidad de (P), así:  $R = I \times P$  (Vasile & Vlăduț, 2013).

La matriz de probabilidad y de impacto (matriz de riesgo), es utilizada para identificar, calificar y evaluar los riesgos organizados de forma prioritaria acorde a su criticidad, de acuerdo a una escala predeterminada de que un riesgo se concrete. Además, permite identificar las amenazas y sus causas, con el objetivo de plantear medidas preventivas, para clasificar los riesgos, sus fuentes y tratamientos (Mejía, 2006).

La matriz está compuesta por un eje vertical correspondiente al rango de valores de probabilidad y un eje horizontal en donde se ubican los valores del impacto del riesgo sobre los objetivos del proyecto. Los valores obtenidos en las diferentes celdas de la matriz son el resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia por el impacto del riesgo, donde los riesgos más significativos corresponden a los valores más altos y los riesgos leves corresponden a los valores más bajos (Vasile & Vlăduț, 2013).

Además de las zonas enmarcadas en la matriz de riesgo, explicada en el apartado anterior, que considera la ponderación de la variable de frecuencia e impacto, y pueden definirse como aceptables, tolerables, graves e inaceptables. De acuerdo a los resultados obtenidos de la matriz, se diagnostica la situación de riesgo de un proyecto. Por tanto, este método debe abordar los diferentes frentes de negocio de una constructora, con el fin de comparar los proyectos, las áreas, los productos y los procesos (Mejía, 2006).

El resultado del nivel de riesgo calculado en la evaluación de los potenciales riesgos en el sector constructor puede afectar la integridad de la empresa, proyecto, área, proceso, propiedad o individuo, con un impacto percibido como "daño potencial" en el campo

económico/financiero, pero también en la parte reputacional, operacional, legal, entre otros. Por esta razón, las partes interesadas quieren saber y conocer previamente los "efectos de eventos de riesgo" (resultados), sus posibilidades de ocurrencia (probabilidad) y la gravedad en el perímetro afectado (impacto). Cualquier gestor de riesgos sabe que el riesgo dentro de los proyectos puede ser causado por la tolerancia de desviaciones de la iniciativa prevista (Thomas, 2011).

Una eventual materialización del riesgo requiere asumir la responsabilidad de generación de retrasos y costos en la ejecución del proyecto, así que una gestión de riesgos óptima y evitar el desarrollo de presiones dentro del proyecto y con terceros relacionados con los diversos efectos del riesgo, permitirá dar confianza en los resultados presupuestados. Lo anterior es posible diseñando, desarrollando y presentando un plan de riesgo por el gerente del proyecto, que le permita la identificación, formulación, cálculo, preparación de medidas de respuesta, y el control de los riesgos del proyecto (Vasile & Vlăduț, 2013).

En la etapa de evaluación del riesgo de proyectos de construcción, se realiza un balance entre los resultados obtenidos en la calificación del riesgo, con los criterios establecidos, que conciernen a los términos de referencia, a partir de los cuales se califica el nivel de representatividad del riesgo para el gestor de riesgos del proyecto (NTC-ISO 31000, 2011). La evaluación sirve como herramienta para fortalecer el proceso de toma de decisiones, al establecer las zonas de riesgo, definidas por cada proyecto de acuerdo con los niveles de tolerancia que son permitidos por la dirección administrativa del proceso constructivo evaluado, con base en el apetito o decisión de asumir riesgos para la consecución de las metas establecidas por las partes, en el contrato de mano de obra y demás procesos Core del proyecto (Mejía, Núñez & Martins, 2017).

#### **3.1.4. Control y monitoreo de riesgos**

En esta etapa se constituyen y organizan los planes de acción a implementar por parte de los responsables de los procesos evaluados y medidos, los recursos financieros, físicos y humanos, entre otros a utilizar, la segregación del presupuesto por diferentes áreas según lo define la estructura organizacional del proyecto, la implementación de las estrategias por medio de un cronograma y la verificación del cumplimiento con el plan de tratamiento del proyecto (NTC-ISO 31000, 2011).

De acuerdo a la literatura investigada, las medidas de tratamiento de riesgos más utilizadas en los proyectos de construcción y las diferentes constructoras del Área Metropolitana de Antioquia, son las siguientes: evitar la exposición y materialización de riesgos identificados y transferirlos a una entidad aseguradora, mediante un contrato tradicional de póliza de seguro con las coberturas necesarias para su mitigación o por medio de la enajenación del activo riesgoso; prevenir y controlar las posibles pérdidas, direccionado a mitigar la probabilidad de ocurrencia o, como última medida, está la retención del riesgo, cubriendo sus efectos con los propios recursos presupuestados por parte de la obra, o como muchas constructoras lo llaman, una reserva para imprevistos (Mejía et al, 2017).

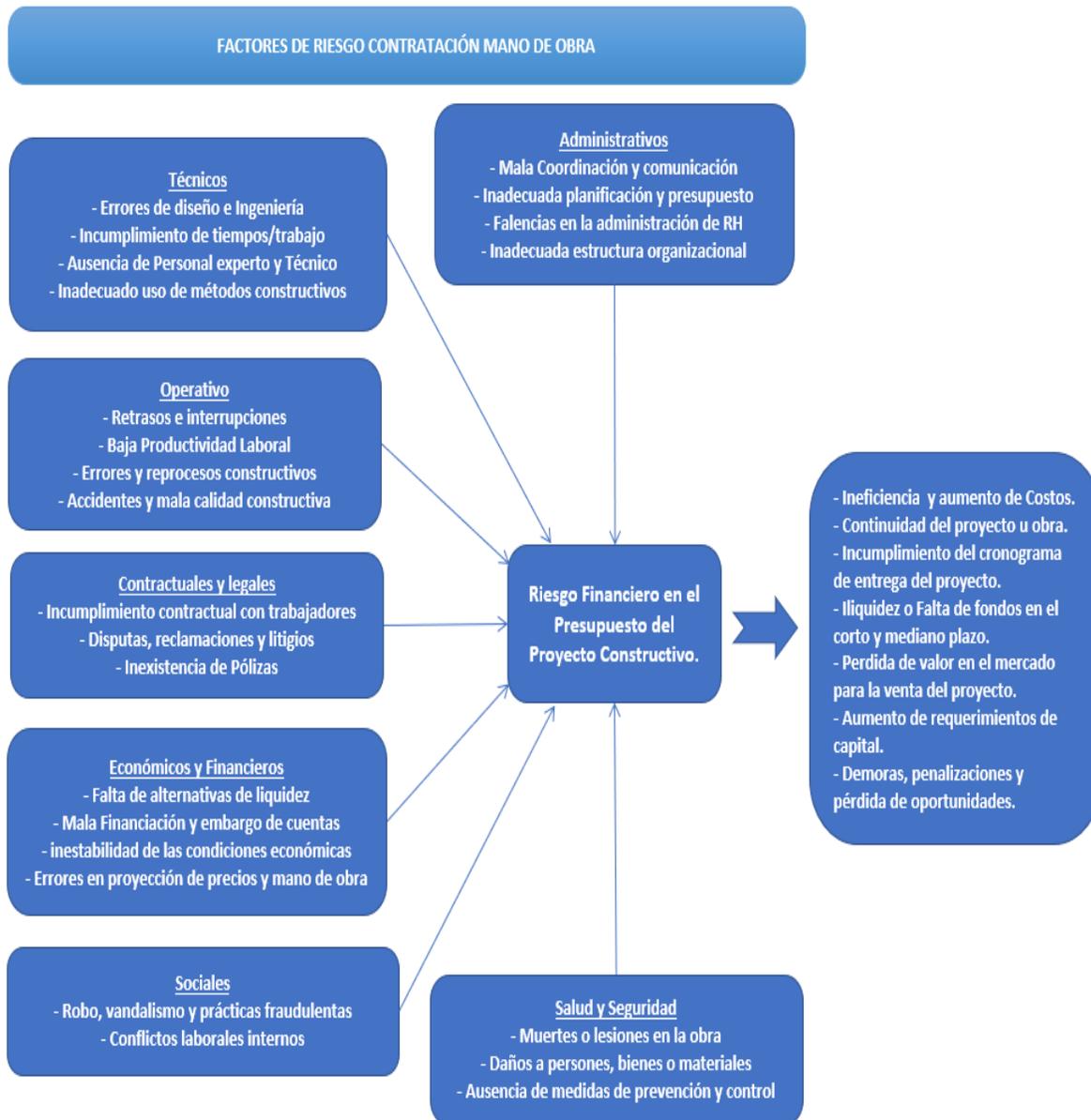
### **3.2. Aproximación a los riesgos financieros**

Los riesgos financieros son algunos de los factores más cruciales que influyen en los proyectos de construcción. Algunos de los principales riesgos financieros de la construcción son la falta de disponibilidad de fondos del cliente, las fluctuaciones del tipo de cambio, la inflación y la quiebra financiera de un subcontratista (Dziadosz et al., 2015). Los riesgos financieros están asociados con la salud de los flujos de caja del proyecto con las constructoras o contratistas y se ven afectados por la eficacia de los procedimientos de toma de decisiones dentro de las organizaciones de construcción (Charith Kaushalya et al., 2017).

En la evaluación del riesgo financiero en los proyectos de construcción usualmente se pueden identificar factores de riesgos en la contratación de mano de obra, que pueden ser de todo tipo y clasificación, como administrativos, técnicos, económicos, operativos, legales, sociales, entre otros, que posteriormente según su frecuencia y severidad, generan de forma directa un impacto financiero en el presupuesto del proyecto, este es el riesgo financiero final que se pretende evaluar en el desarrollo de la investigación. Por esto, la implementación de estrategias enfocadas a identificar los factores de riesgo, medir el valor de la exposición financiera y el diseño de controles, pueden contribuir a una mayor optimización económica del proyecto, mejorando la confiabilidad de los procesos internos y asegurando la continuidad financiera del proyecto acorde a lo presupuestado (Rodríguez, Piñeiro & De Llano, 2013).

Para ilustrar la afirmación anterior, se anexa flujo de factores de riesgos en la contratación de mano de obra, que impactan financieramente el presupuesto de la obra:

**Figura 1.** Factores de riesgo en la contratación mano de obra



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Muchos investigadores se han referido a los riesgos financieros como críticos para las organizaciones de construcción (Charith Kaushalya et al., 2017). Los aspectos financieros de los proyectos de construcción representaron siempre un gran desafío para cualquier empresa constructora, especialmente en entornos económicos cambiantes. Debido a los altos gastos de capital del proyecto, la flexibilidad de bajo costo y la alta competencia que limita los precios finales, el sector de la construcción es vulnerable durante los períodos de recesión,

asociado con escasez de fondos, fluctuación del tipo de cambio e inestabilidad política (Purnuş & Bodea, 2015).

El tipo de interés crediticio, la moneda y la liquidez son los principales factores que generan riesgos financieros en los proyectos de construcción (Borghezi & Gaudenzi, 2013). En el entorno del sector constructor también se considera entre los factores de riesgo más relevantes y principales, la falta de recursos financieros del contratista, la débil estabilidad financiera del cliente, los sobrecostos y la estabilidad financiera del contratista. Al aceptar demasiados riesgos, las empresas constructoras se vuelven financieramente vulnerables. La falta de efectivo durante la implementación del proyecto, tanto a nivel de cliente como de contratista, genera demoras, penalizaciones y pérdida de oportunidades, con un fuerte impacto en la salud de los proyectos y organizaciones (Purnuş & Bodea, 2015).

Entre tales riesgos se destacan principalmente cuatro tipos de riesgos, los cuales acorde con Mejía et al. (2017), se describen a continuación:

- El riesgo de mercado: Las pérdidas debidas a las fluctuaciones de precios en los mercados financieros o volatilidades.
- El riesgo de crédito: Las pérdidas debido a que las contrapartes pueden estar dispuestas o no pueden ofrecer sus obligaciones contractuales.
- El riesgo operacional: Las pérdidas resultantes de procesos internos inadecuados o fallidos, sistemas, las personas o de acontecimientos externos.
- El riesgo liquidez: Las pérdidas asociadas a la habilidad de afrontar las obligaciones a corto plazo.

### **3.3. Contratación de mano de obra**

En este apartado se realiza una descripción detallada de los conceptos teóricos y prácticos de la contratación de mano de obra, incluyendo entre ellos, el contexto legal en Colombia para este tipo de contratos, al analizar cómo está integrada la mano de obra en el sector constructor y particularidades del contrato de mano de obra en el sector constructor, que permiten visualizar el nivel de riesgo e importancia que representa su estudio.

### **3.3.1. Contexto legal del contrato de mano de obra**

El Código Civil (2020) establece en Colombia que los elementos esenciales del contrato de construcción son:

- La realización de una obra material como objeto del contrato, a la cual se obliga el contratista con o sin representación del contratante; y
- La remuneración al contratista por la ejecución de la obra, como obligación principal del contratante.

Así mismo, las principales modalidades del contrato de construcción en Colombia no están tipificadas en la legislación civil, las más comunes son:

- Contratos con administración delegada, donde la obra es ejecutada por cuenta y riesgo del contratante a través de un contratista a cambio de unos honorarios previamente pactados. El administrador delegado ejecuta la obra, asumiendo su buen resultado como director técnico, pero sin los riesgos de un contratista independiente; y
- Contratos sin administración delegada, donde la obra es ejecutada por un contratista que no es representante del contratante y asume la mayoría de los riesgos que, por lo general, no asume un administrador delegado.

En cuanto a la forma del precio, es común el uso de:

- Un precio global fijo, donde el contratista se obliga a realizar la obra y asumir todos sus riesgos por una suma total fija. Este precio incluye el valor de honorarios, garantías, imprevistos y gastos indirectos, entre otros.
- Precios unitarios, donde las partes determinan los precios de cada ítem de la obra a realizar, sin importar su volumen o cantidad. Así, el precio total del contrato será el que resulte de multiplicar las cantidades de obra por el precio de cada ítem cotizado con sus respectivos reajustes (Código Civil, 2020).

A nivel mundial se ha evidenciado que los menores riesgos están asociados con un contrato de GMP (Precio Máximo Garantizado). Allí, trabajando de acuerdo con un principio de libro abierto, el contratista y el inversor colaboran entre ellos, con el fin de optimizar los costos y seleccionan en común los subcontratistas (Dziadosz et al., 2015).

### **3.3.2. Mano de obra en el sector constructor**

La mano de obra en el sector de la construcción debe entenderse como un recurso dinámico que se requiere en un proceso constructivo, afectando de manera directa los tiempos de duración de este y las finanzas del proyecto. Cuando la mano de obra es productiva, se refleja en la cantidad de obra ejecutada por un hombre o cuadrilla definida previamente, en un determinado periodo de tiempo. La unidad promedio de la cuadrilla, hace referencia a un hombre que participa de la cuadrilla, la cuadrilla está compuesta de oficiales y ayudantes que se configuran según la necesidad de la obra para realizar la tarea de una manera idónea; su rendimiento se cuantifica en horas laboradas, costo de las cuadrillas y cantidad de obra ejecutada (Aguilar & Hernández, 2007).

La mano de obra se convierte en el principal insumo para el avance de esta, aumentando o disminuyendo los costos de un proyecto, según su productividad y calidad de mano de obra ofrecida y los costos asociados a estos, que se puedan presentar por inadecuadas prácticas de contratación, cuando no se cumplen todos los requisitos de ley o se omite por el desconocimiento de esta (Aguilar & Hernández, 2007).

### **3.3.3. Particularidades del contrato de mano de obra en el sector constructor**

En el sector constructor, el principal objetivo es reducir al mínimo los costos de los trabajos de construcción y disminuir gradualmente los precios de las obras, por ende, la adquisición de una oferta de trabajo o contrato de construcción es muy difícil (Khan & Gul, 2017). Por un lado, una empresa constructora trata de maximizar el beneficio (con el fin de obtener fondos para nuevas inversiones, y cubrir posibles gastos asociados con la aparición de factores de riesgo durante la construcción). Por otro lado, una empresa contratista trata de ser competitiva y trata de dar al inversor la mejor oferta de precios. Se plantea la siguiente pregunta a raíz de lo anterior ¿Qué nivel de riesgo se debe tomar en caso de un contrato específico, con el fin de ganar la licitación y para asegurar la financiación de los riesgos que son muy difíciles de evaluar? (Dziadosz et al., 2015).

Muchos proyectos de construcción en Colombia son complejos, requieren una inversión económica muy alta por parte de los inversionistas y, por ende, requieren que sean ejecutados por profesionales aptos en ingeniería y con una alta experiencia en el sector constructor. Además de la complejidad de los proyectos, en los procesos de contratación de mano de obra

pueden ocurrir situaciones no deseadas, como preferencias internas, pago de favores políticos, corrupción y otros elementos que conllevan a una mala elección del contratista. Por lo tanto, la adjudicación de contratos en proyectos de construcción requiere una atención especial por parte del gremio y partes interesadas, porque implica un alto nivel de riesgo que compromete no solo el éxito de los proyectos, sino también recursos públicos, desarrollo social y crecimiento de un país (Mayor, Botero & González-Ruiz, 2016).

La actitud de riesgo de una empresa contratante es parte de su cultura organizacional y puede variar según las condiciones internas de la empresa y las condiciones externas del mercado en el que opera. La industria de la construcción abarca muchos peligros e incertidumbres, y por lo tanto, los contratistas deben considerar todas las complejidades del proyecto al decidir ofertar por un proyecto y determinar el precio a licitar. Sin embargo, los contratistas intentan limitar la inflación de sus precios de oferta para mantener su ventaja competitiva y depender de otras maneras para mitigar el riesgo, incluyendo la subcontratación del trabajo, mejorando su estimación de costos y habilidades de gestión, adaptando las condiciones del contrato basados en los riesgos asociados (Asgari, Awwad, Kandil & Odeh, 2016).

### **3.4. Gestión de riesgos en la construcción**

En este apartado se desarrolla un análisis de la gestión de riesgos en el sector constructor, donde se evidencian los antecedentes a nivel nacional e internacional de la evaluación de riesgos en los proyectos de construcción, así como un alcance técnico y metodológico a los macro procesos más importantes del proceso constructivo, como son la cimentación, estructura y mampostería en la contratación de mano de obra del Área Metropolitana de Antioquia.

#### **3.4.1. Antecedentes**

Al igual que cualquier otra actividad económica, el sector de la construcción es arriesgado. Los éxitos y la implementación de procesos estratégicos en la industria de la construcción dependen del nivel de riesgo. Sin embargo, se percibe que los proyectos de construcción tienen más riesgos inherentes debido a la participación de muchas partes contratantes, como propietarios, constructoras, contratistas, subcontratistas, proveedores, etc. (Sathishkumar et al., 2015). Por otro lado, en el foco geográfico también hay antecedentes respecto a la gestión de riesgos en la industria de la construcción, donde se ha evidenciado que los países

tercermundistas o en desarrollo son más propensos a una amplia gama de incertidumbres y riesgos en los proyectos de construcción (Serpell et al., 2017).

La evaluación de riesgos en los proyectos de construcción se ha aplicado de manera diferente, de proyecto en proyecto, utilizando varios modelos de evaluación de riesgos para identificar, medir y controlar el riesgo en ciertas actividades de los proyectos. Muchos investigadores han propuesto diversos tipos de modelos de evaluación de riesgo para actividades concretas en la evaluación de proyectos de construcción (Iqbal et al., 2015).

### **3.4.2. Macroprocesos del proceso constructivo de mano de obra**

De acuerdo con el proceso de construcción y sus diferentes etapas en los proyectos de edificaciones, se describen tres etapas fundamentales, entre ellas: (1) proceso de cimentación o subestructura, (2) proceso de estructura del área de construcción, y (3) proceso de mampostería. Existen innumerables riesgos en estas etapas de construcción que tienen el potencial de crear un gran impacto para los proyectos que son gestionados y los costos adicionales asociados. Debido a la complejidad para identificar riesgos en todas las etapas de la construcción, se definieron las tres mencionadas anteriormente, porque estas concentran la mayor parte de mano de obra participante en el proceso constructivo, facilitando la identificación y evaluación de riesgos financieros, objeto en este estudio (Hua, He, Gong y Zhao, 2020).

El ambiente interno y externo en la construcción es un entorno en constante cambio, donde los riesgos continúan fluctuando a medida que la construcción está en marcha. Estos riesgos son comunes para la mayoría de los proyectos de construcción de edificaciones, pero es posible que no se presenten simultáneamente, porque cada etapa de construcción en específico puede determinar en consecuencia, unas variables diferentes que afectan el proyecto en términos técnicos y financieros (Hua et al, 2020).

### **3.4.3. Cimentación o subestructura**

Este proceso constructivo comienza con la preparación del terreno y excavaciones para la subestructura, que puede ser realizada con micropilotes, zapatas o caisson, entre otros, según el terreno y tipo de construcción, y de acuerdo al procedimiento seleccionado será la cantidad de mano de obra requerida en la contratación del proyecto. El objetivo de las cimentaciones en concreto es aportar un medio para que las cargas que provienen de la superestructura, concentradas en columnas o muros, se transfiera al suelo produciendo un sistema de

esfuerzos resistibles de forma segura, con asentamientos superficiales que no representan cambios significativos. Su selección depende de diversos factores que deben considerarse, con el fin de brindar la estabilidad correspondiente a la obra que se construirá, con el objetivo de disminuir tiempos de ejecución y la mitigación de riesgos (Muñoz, 2015).

Las cimentaciones en concreto están conformadas, en su mayoría, por elementos de gran tamaño con respecto a las demás estructuras que lo integran y, así siempre son construidos en concreto reforzado de resistencias normales, para la disminución de costos.

Existen dos tipos de cimentaciones, según las características de los suelos, profundidad o sustrato en el cual se apoyará: cimentaciones superficiales (zapatas aisladas y vigas de amarre, zapatas corridas, placas de cimentación) y cimentaciones profundas (pilotes preexcavados, pilotes hincados, micropilotes, dados, pantallas, caisson (Avalos, 2005).

La Unidad de medida para el pago de la mano de obra es de metro cúbico (M3), se toma como base el volumen determinado por las líneas de diseño mostrada en los planos. El procedimiento a seguir en el proceso constructivo de cimentación y bajo los cuales el contratista tiene una posible materialización de riesgos asociados, se enmarca en los siguientes pasos: verificar los resultados del estudio de suelos, indagar los planos de cimentación, comprobar la profundidad y características de la excavación, cotejar con los planos la nivelación del terreno, afirmar el terreno, vaciar el concreto y nivelarlo con el espesor de acuerdo a las especificaciones, se cura el concreto y, por último, se deja fraguar según características del concreto para la colocación del refuerzo (Carrillo, Echeverri & Aperador, 2015).

La omisión de este procedimiento puede conllevar a riesgos que son fundamentales para la ejecución de la obra, tanto de tipo financieros como operativos.

#### **3.4.4. Estructura**

Este proceso inicia luego de la fase de cimentación y es de suma importancia, porque comienza con el desarrollo de las columnas de hormigón armado y forjado de la edificación, para lo cual se van usando puntales y encofrados, que se van reutilizando lentamente en plantas superiores, una vez realizado el proceso de curación del hormigón armado en un tiempo que depende de las características del hormigón, hasta lograr la resistencia final del hormigón armado. El objetivo de la estructura es unir la subestructura con las vigas de

amarre, conformando el esqueleto de la edificación que soporta las cargas y sobre las cuales se realiza la mampostería (Jaramillo, 2015).

La unidad de pago para la mano de obra es por metro cúbico (M3), para esta actividad es necesario utilizar formaletas cubiertas con antiadherentes que facilite el desencofrado y realizar la compactación del concreto, de tal manera que garantice la calidad, lo cual se realiza con un vibrador, el suministro de estos elementos debe quedar especificado en el contrato inicial. Adicionalmente, se deben seguir las especificaciones de los planos estructurales según el proyecto arquitectónico acompañado de las instrucciones del calculista, para evitar desfases en los diseños que generen riesgos y conlleven a retrasos por reprocesos, mayores costos en la mano de obra y en el proyecto en general (Avalos, 2005).

El procedimiento a seguir en el proceso constructivo de estructura y bajo los cuales el contratista tiene una posible materialización de riesgos asociados, se enmarca en los siguientes pasos: verificar el resultado del estudio de suelos, indagar cimentación en los planos estructurales, constatar niveles verticales y horizontales del perfilado de las excavaciones, comprobar las medidas de la cimentación, confirmar el estado de la excavación y concreto de limpieza, verificar medidas nuevamente y replantear vigas sobre concreto según la necesidad, colocar y evaluar los refuerzos de acero, ubicar soportes y espaciadores para el refuerzo, verificar refuerzos y recubrimientos, comprobar niveles y estado de la formaleta, alineamientos y dimensiones, vaciar concreto lentamente, vibrar el concreto de forma mecánica, curar concreto y corroborar niveles para su aceptación (Muñoz, 2015).

La omisión de este procedimiento puede conllevar a riesgos que son fundamentales para la ejecución de la obra, tanto financieros como operativos (Jaramillo, 2015).

#### **3.4.5. Mampostería**

Luego de lograda la estructura, se inicia el proceso de mampostería donde el objetivo es realizar los cerramientos perimetrales en cada planta de la estructura y las divisiones de los espacios interiores, según el tipo de acabado que se quiera lograr por parte del gestor del proyecto (Avalos, 2005).

La mampostería es un sistema de construcción tradicional que asocia riesgos operativos y financieros importantes en los contratos de mano de obra, suceso dado especialmente por los altos volúmenes de trabajos de mampostería que se manejan en las edificaciones y que

consisten en su mayoría en superponer rocas, ladrillos o bloques de concreto prefabricado para la edificación de muros o paramentos del proyecto; de igual forma, es importante tener control de los materiales uniformes o no, también llamados mampuestos, que se disponen de forma manual y aparejada, usando para su adición la adecuada mezcla de cemento o cal, con arena y agua (Carrillo et al, 2015).

En este proceso constructivo se debe asegurar que los muros queden nivelados y alineados, así mismo, el acabado interior y exterior del muro debe permanecer libre de manchas y garantizar que las brechas del bloque se mantengan homogéneas para conservar la estética del proceso constructivo. La unidad de medida y pago corresponde al M2 de muro ejecutado por el contratista, con base en los lineamientos arquitectónicos (Avalos, 2005).

El procedimiento de los trabajos de mampostería se ejecuta según las listas de tarea, pliegos de especificaciones técnicas y planos generales y de detalles que se indican por separado en el contrato de mano de obra. La omisión de este procedimiento puede conllevar a riesgos que son fundamentales para la ejecución de la obra, tanto financieros como operativos, por lo cual se deben implementar controles y medidas de prevención, acorde a la naturaleza de las actividades allí ejecutadas (Carrillo et al, 2015).

### **3.5. Gestión administrativa**

Una gestión administrativa eficaz puede permitir la gestión proactiva del riesgo, generando credibilidad social y mejorando el desempeño del proyecto, al tener en cuenta los principales factores de riesgo que afectan el proceso constructivo, como el tipo de estructura y la ubicación de la obra, los tiempos, las características propias del lugar de trabajo y del equipo del proyecto, permitiendo estimar los riesgos en las obras de una manera más precisa y con un desarrollo óptimo para los procesos constructivos (El-Sayegh & Mansour, 2015).

Los principales procesos de la gestión administrativa y financiera del proyecto son: la planificación financiera (identificando los problemas financieros clave que deben abordarse y asignando roles, responsabilidades y relaciones de informes del proyecto), control financiero (monitoreando las influencias clave y tomando medidas correctivas cuando hay tendencias negativas reconocidas) y administración y registros (diseño y mantenimiento de una base de datos de información financiera para permitir que el control financiero se lleve a cabo sin problemas). Al ejecutar estos procesos, los profesionales de la gestión de proyectos

deben abordar los riesgos asociados, identificándolos y evaluándolos, seleccionando estrategias e implementando planes de respuesta (Purnuş & Bodea, 2015).

Con frecuencia, las empresas de construcción y en especial en la gestión administrativa del proyecto, no adoptan un enfoque proactivo en el tratamiento de las incertidumbres de los proyectos de construcción. Como consecuencia, los retrasos en los proyectos y los excesos presupuestarios suelen producirse cuando surgen problemas debido a que se pasan por alto los riesgos potenciales. La información insuficiente y la gestión ineficaz de los riesgos del proyecto no solo provocan un sobre coste del proyecto, retrasos en la finalización e incluso la terminación antes de la finalización, sino que también afectan negativamente la reputación del equipo del proyecto.

Para mejorar las posibilidades de éxito y reducir los riesgos potenciales, en la fase inicial, los riesgos del proyecto y los factores inciertos deben identificarse, evaluarse y monitorearse cuidadosamente por parte de la gestión administrativa del proyecto, comunicando las estrategias implementadas desde el director de obra hasta los empleados de más bajo nivel, para que también sea una cuestión de autocontrol (Dziadosz et al., 2015).

No obstante, para gestionar los riesgos financieros del proyecto, los profesionales deben tener las competencias necesarias. Las competencias clave de los gestores de proyectos se asocian principalmente con las habilidades duras (la aplicación de métodos y herramientas técnicas), pero también deben tenerse en cuenta las habilidades blandas (liderar a las personas y capacidad comunicativa). La gestión de riesgos financieros del proyecto debe entenderse de manera activa y experiencial, estimulando a pensar de manera creativa y actuar correctamente como gerentes de proyecto (Purnuş & Bodea, 2015).

### **3.6. Estudios previos**

El análisis de la administración de riesgos en los proyectos de construcción revela que los factores financieros y económicos, seguidos de la calidad, son los riesgos más importantes, y la industria en general, trata de evitar o transferir estos riesgos. A medida que la percepción del riesgo es un aspecto importante de la gestión de riesgos, las empresas deben hacer frente a las barreras y los beneficios como requisitos previos para el análisis y gestión de riesgos del sector (Marek-Kolodziej, Lapunka & Wittbrodt, 2017). A pesar de que numerosos

artículos se han escrito sobre el tema de la gestión de riesgos, la mayoría de las encuestas se llevan a cabo en los países desarrollados y existe poca información sobre la percepción de riesgo en los países en desarrollo (Iqbal et al., 2015).

En un estudio desarrollado en 29 proyectos ejecutados en el Noroeste de Polonia, en términos de evaluación de riesgos planificados, así como en la determinación del riesgo real (porcentaje de los costos en relación con el valor del contrato), se identificó que los principales factores de riesgo en los proyectos de construcción son el riesgo del tiempo (93,33%, se produjo en 28 contratos para 29 analizados), los riesgos económicos (26 contratos, que representan el 86,67%) y el riesgo de error en el cálculo de costos (83,22%, se produjo en 25 contratos) (Dziadosz et al., 2015).

Un estudio reciente realizado por Bowers y Khorakian (2014), ha demostrado que hay escasos indicios de usos eficaces de gestión de riesgos en proyectos de construcción en los países tercermundistas o en desarrollo. Una de las causas principales de esta situación parece ser que hay una falta de capacidad de gestión de riesgos, así como la creencia extendida dentro de la industria, especialmente de la mano de obra, que la gestión de riesgos no es realmente relevante para la gestión de proyectos de construcción.

### **3.7. Área Metropolitana de Antioquia**

El rápido desarrollo económico ha aumentado la demanda de construcción de infraestructura e instalaciones públicas y privadas en áreas metropolitanas de todo el mundo y, Colombia no es la excepción, lo cual ha dado lugar a la realización de numerosos proyectos de construcción. Los proyectos de construcción en el área metropolitana no solo atraen más atención sino que también son mucho más riesgosos, competitivos y dinámicos, ya que sus entornos circundantes son complicados en términos de transporte, la cantidad de actores, la remoción de instalaciones existentes, y la existencia de tuberías de servicios públicos, entre otros (Kuo & Lu, 2012).

Actualmente Colombia tiene 6 áreas metropolitanas reconocidas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá de Antioquia, Área Metropolitana de Bucaramanga, Área Metropolitana de Barranquilla, Área Metropolitana de Cúcuta, Área Metropolitana de Centro Occidente, Área Metropolitana de Valledupar), que se asocian para generar un desarrollo armónico integrando

el desarrollo humano, el ordenamiento territorial, el desarrollo económico y la gestión social (Debates Gobierno Urbano, 2016).

El Área Metropolitana de Antioquia está constituida por 10 municipios que conforman el Valle de Aburrá: donde Medellín es la ciudad central, alrededor de la cual están ubicados los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas; vinculando entre sí la dinámica del orden territorial y proyectando un mejor aprovechamiento de los espacios, a través del Plan Estratégico Metropolitano de Vivienda y Hábitat con Perspectiva Ambiental (PEMVHA), como instrumento de planeación estratégica en armonía con las políticas nacionales y locales de cada municipio que conforman el Área Metropolitana de Antioquia, en las cuales confluyen diferentes Constructoras con influencia en municipios del área metropolitana, apoyándose en la contratación de mano de obra de manera específica para cada proceso constructivo (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020).

Las empresas de la construcción tienen un fuerte impacto en la contratación de mano de obra en el Área Metropolitana de Antioquia, como entidad político administrativa, permitiendo un mayor desarrollo económico de las personas que viven en el Área Metropolitana, a la vez que también impacta el desarrollo urbanístico y económico de la región, pudiendo ocasionar riesgos al gobierno local y regional, al tener deficiencias en su proceso constructivos o al demorar las entregas de las obras, generando incertidumbre y desconfianza en la población (Duranton, 2015).

#### **4. Aspectos metodológicos**

En este apartado se presentará la metodología de investigación empleada para el desarrollo de esta evaluación financiera de riesgos, evidenciando el alcance y enfoque utilizado, así como la técnica de muestro ejecutada con base en las características de la información objeto de análisis. Dado lo anterior, se realizará también una descripción detallada de las técnicas de recolección de información cualitativas y cuantitativas, que nos permitirán identificar los riesgos asociados a la contratación de mano de obra en el Área Metropolitana de Antioquia, y posteriormente, las técnicas y herramientas de análisis estadístico y matemático que permitirán desarrollar los objetivos propuestos al iniciar el presente estudio (Bernal, 2010).

#### **4.1. Alcance**

La investigación tiene un alcance descriptivo y explicativo, donde el alcance descriptivo está soportado en el objetivo de evaluar los riesgos que son tendencia en los procesos constructivos y generan impactos financieros en el sector constructor, específicamente en el Área Metropolitana de Antioquia, con la medición de los factores de riesgo asociados a las características y fenómenos propios de la contratación de mano de obra y así definir las variables más importantes a nivel del riesgo financiero, operacional, administrativo, entre otros, en el sector (Bernal, 2010).

Adicionalmente, el alcance explicativo está fundamentado en la meta de establecer las causas y efectos de riesgos que conllevan a la materialización de un impacto financiero y con qué probabilidad afectan los contratos de mano de obra en los proyectos de construcción y, así mismo, explicar cómo se relacionan las variables que serán medidas para lograr una evaluación óptima del proceso (Martins & Rialp, 2013).

#### **4.2. Enfoque**

La metodología de investigación tiene un enfoque mixto: cualitativo y cuantitativo (Day, 2005). El enfoque cualitativo permitirá analizar el papel de las empresas constructoras y contratistas en la contratación de mano de obra en Antioquia, para identificar los factores de riesgos financieros asociados al proceso. El enfoque cuantitativo, permitirá medir los factores de riesgo financieros identificados y presentar el resultado del estudio de las tendencias en la contratación de mano de obra en las empresas del sector constructor, con base a la muestra seleccionada y analizada.

#### **4.3. Muestreo**

Para obtener la información a analizar, se utilizará la herramienta de Encuesta y se hará un muestreo por conveniencia, técnica usada comúnmente para seleccionar una muestra de la población por el hecho que es accesible y no porque hayan sido seleccionados mediante un criterio estadístico (Otzen & Manterola, 2017), de la siguiente forma: las constructoras y contratistas de los proyectos de construcción desarrollados en el Área Metropolitana de Antioquia (Colombia), en específico para los contratos de mano de obra de los procesos claves del proyecto, que son: estructura, cimentación, y mampostería. Así mismo, de dicha muestra de constructoras y contratistas se encuestarán expertos en la contratación de mano

de obra, costos y presupuestos, gestión de riesgos y administración de proyectos de construcción. El criterio de selección serán los proyectos desarrollados en el lapso 2018 a 2020, que tienen mayor impacto económico en la región respecto a los costos del proyecto y metros cuadrados construidos, e impacto social en la relación contractual con los contratistas de mano de obra a los cuales se obtuvo acceso (Gómez, Mora & Uribe, 2011).

#### **4.4. Herramientas cualitativas del estudio**

Las herramientas para la recolección de la información cualitativa, será mediante la búsqueda de artículos y trabajos académicos relacionados con temáticas de estudio referentes a la gestión del riesgo, la dirección de proyectos, así como en el área de contratación de mano de obra en el sector constructor. Lo anterior para identificar los factores de riesgos asociados al contratista con mayor probabilidad de ocurrencia y que impactan en términos de tiempo, calidad, reputación e imagen al proyecto y la constructora, entre otros, que al final repercutirán financieramente en términos de presupuesto y costos del proyecto.

##### **4.4.1. Artículos y trabajos académicos**

En la construcción del marco teórico de la investigación, así como en el trabajo de campo ejecutado, se hizo un trabajo de recolección de información de fundamento académico riguroso por medio de las bases de datos de la Universidad EAFIT, encontrando artículos y trabajos académicos de gran valor temático en gestión de riesgos, sector constructor, gestión de proyectos, contratos de mano de obra, entre otros, con aplicación nacional e internacional.

Estos documentos permiten estructurar conceptos relevantes para la investigación y aportan fundamento metodológico, que ha permitido obtener elementos de aplicación para el desarrollo del objetivo específico del estudio, que se enmarca en la identificación de las variables y factores de riesgo desde el conocimiento y experiencia de los autores que afectan con una mayor probabilidad e impacto por parte de los contratistas, el resultado final de la obra y el proceso constructivo, de acuerdo a los estipulado en un contrato de mano de obra entre la constructora y el contratista.

**Tabla 1.** Artículos, textos, información académica y bases de datos consultadas

Autor/es	Año de publicación	Título del artículo	Nombre de la fuente (Libro/Revista/Publicación)	Base de Datos
LEGIS Editores S.A.	2020	Código Civil [Código]. 44a ed. Legis.	Código Civil	Legis
Viswanathan, S.K. and Jha, K.N.	2020	Critical risk factors in international construction projects: An Indian perspective.	Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 27 No. 5, pp. 1169-1190.	Emerald
Imran, M., Khaliq, M., Mahbul Hye, A.K., Ekareesakul, K.	2019	Influence of risk factors on construction firm project success in Pakistan.	Decision Science Letters, 8 (3), pp. 285-294.	Scopus
Siraj, N. B., and A. R. Fayek.	2019	Risk identification and common risks in construction: Literature review and content analysis.	J. Constr. Eng. Manage. 145 (9): 03119004.	ASCE Library
Ortiz, J. I., Pellicer, E., & Molenaar, K. R.	2018	Management of Time and Cost Contingencies in Construction Projects: A Contractor Perspective.	Journal of Civil Engineering & Management, 24(3), 254–264.	EbscoHost
Keshk, A.M., Maarouf, I., Annany, Y.	2018	Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response Strategies.	Alexandria Engineering Journal. Vol. 57, pp. 3179–3187.	Taylor & Francis (Journals)
Serpell, A., Ferrada, X., & Rubio, N. L.	2017	Fostering the effective usage of risk management in construction.	Journal of Civil Engineering & Management, 23(7), 858–867.	Taylor & Francis (Journals)
Fernando, C.K., Hosseini, M.R., Zavadskas, E.K., Perera, B.A.K.S., Rameezdeen, R.	2017	Managing the financial risks affecting construction contractors: implementing hedging in Sri Lanka.	International Journal of Strategic Property Management, 21 (2), pp. 212-224.	Scopus
Khan, R.A., Gul, W.	2017	Empirical study of critical risk factors causing delays in construction projects.	2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)	IEEE Xplore
Mejía, R., Núñez-Patiño, M., Martins, I., Mancilla, E.	2017	Administración de riesgos empresariales en Colombia, México y Argentina.	Medellín: Editorial Eafit, Uduál, Alafec, 2017. 220 p.; 24 cm. (Colección Académica) ISBN 978-958-720-441-4 1.	Repository Universidad EAFIT

Marek-Kolodziej, K., Lapunka, I., Wittbrodt, P.	2017	Financial risk assessment of a large construction Project.	Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference - Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth, pp. 13- 24.	Scopus
Asgari, S., Awwad, R., Kandil, A., & Odeh, I.	2016	Impact of considering need for work and risk on performance of construction contractors: An agent-based approach.	Automation in Construction, 65, 9–20.	Science Direct
Mayor, J., Botero, S., & González-Ruiz, J. D.	2016	Modelo de decisión multicriterio difuso para la selección de contratistas en proyectos de infraestructura: caso Colombia.	Obras y Proyectos, 20, 56– 74.	Scielo
Da Silva Etges, A.P.B., de Souza, J.S.	2016	Structuring a methodology for analysis of the financial risk involved in real estate developments.	Espacios, 37 (9), art. no. 22.	Scopus
Correa Ferrer, P., & García Mekis, B.	2016	Incumplimientos en El Contrato De Construcción a Suma Alzada en Chile; Criterios Jurisprudenciales en Relación Al Aumento Del Costo Y La Extensión Del Plazo De Las Obras.	Actualidad Jurídica (1578- 956X), 42, 53–61.	vLex
Iqbal, S., Choudhry, R. M., Holschemacher, K., Ali, A., & Tamošaitienė, J.	2015	Risk management in construction projects.	Technological & Economic Development of Economy, 21(1), 65–78.	Taylor & Francis (Journals)
Dziadosz, A., Tomczyk, A., Kapliński, O.	2015	Financial Risk Estimation in Construction Contracts	Procedia Engineering. 122, pp. 120-128.	Science Direct
Sathishkumar, V., Ragunath, P.N., Suguna, K.	2015	Critical factors influencing to financial risk in construction projects.	International Journal of Applied Engineering Research, 10 (3), pp. 7033- 7047.	Scopus
Dzhandzhugazova, E.A., Zaitseva, N.A., Larionova, A.A., Petrovskaya, M.V., Chaplyuk, V.Z.	2015	Methodological aspects of strategic management of financial risks during construction of hotel business objects.	Asian Social Science, 11 (20), pp. 229-234. Cited 34 times.	Scopus

Purnuş, A., y Bodea, C.	2015	Educational Simulation in Construction Project Financial Risks Management.	Ingeniería de procedimientos 123 (2015). pp. 449 - 461.	Science Direct
Hammoudeh, S., McAleer, M.	2015	Advances in financial risk management and economic policy uncertainty: An overview.	International Review of Economics & Finance, Vol.40, pp 1-7.	Science Direct
Duranton, G.	2015	A Proposal to Delineate Metropolitan Areas in Colombia.	Desarrollo y Sociedad, 75, pp. 223–264.	Scielo
Sameh M., Mahmoud H.	2015	Risk Assessment and Allocation in Highway Construction Projects in the UAE	Journal of Management in Engineering	ASCE Library
Bowers, J., Khorakian, A.	2014	Integrating risk management in the innovation project.	European Journal of Innovation Management, 17 (1), pp. 25-40. Cited 43 times.	Emerald
Vasile, D., Vlăduţ, I.	2013	Using Probability – Impact Matrix in Analysis and Risk Assessment Projects.	Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology. Bucharest. pp. 77-96.	Ideas
Mejía, R.	2013	Identificación de riesgos.	Medellín: Fondo Editorial Universidad Eafit.	Repository Universidad EAFIT
Borghesi, A., Gaudenzi, B.	2013	Risk Management: How to Assess, Transfer and Communicate Critical Risks,	Springer, Milán.	Science Direct
Banaitiene, N., Banaitis, A.	2012	Risk management in construction projects.” Risk management– Current issues and challenges”.	London: InTech.	Researchgate
Grimaldi, S., Rafele, C., Cagliano, A	2012	A framework to select techniques supporting project risk management.	London: InTech.	EbscoHost
Kuo, Y.-C., Lu, S.-T.	2012	Using fuzzy multiple criteria decisions making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects.	Int J Proj Manag. pp. 602-614.	Science Direct
Thomas, J.	2011	Desarrollo y gestión social del riesgo: ¿una contradicción histórica?	Revista de geografía Norte Grande, (48), 133-157.	Scielo
Norma Técnica Colombiana (NTC)- International Organization for	2011	NTC-ISO 31000 Gestión del riesgo. Principios y directrices.	Bogotá, Colombia: Icontec.	Icontec

Standardization (ISO)				
Wooldridge, J.	2010	Introducción a la Econometría. (4ª ed.)	México: Cengage Learning	
Ebrahimnejad, S., Mousavi, S., Seyrafiapour, H.	2010	Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model.	Expert Systems with Applications 37 (2010). pp. 575–586.	Science Direct
García, J.,	2010	Administración de riesgos en proyectos de construcción.	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid.	Google Scholar
Mejía, R.	2006	Administración de riesgos: un enfoque empresarial.	Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT	Repository Universidad EAFIT
Mejía, R.	2004	La Administración de Riesgos Empresariales.	Ad-Minister Universidad Eafit. Número 5 jul - dic 2004. pp. 74-85.	Repository Universidad EAFIT

Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### 4.5. Herramientas cuantitativas del estudio

La herramienta de recolección de información cuantitativa será una encuesta estructurada con los factores de riesgo más relevantes identificados por medio de los trabajos y artículos académicos publicados y consultados en las revistas más prestigiosas del sector de la construcción, clasificados en 7 categorías de análisis de gestión de riesgos en los contratistas, administración, técnicos, operativos, contractuales-legales, económicos-financieros, sociales y seguridad (Gómez & Díez, 2015).

Así mismo, se utilizará una escala de Likert incorporada en la encuesta, buscando medir los factores de riesgo desde el conocimiento y experiencia de expertos en las temáticas objeto de estudio, en términos de probabilidad e impacto.

##### 4.5.1. Escala de Likert

La recopilación de datos es una etapa muy importante para el desarrollo de una investigación cuantitativa; para que dicha etapa se efectúe de manera idónea, se requiere de una estrategia diseñada de forma estratégica y alineada con los objetivos del estudio, para reunir datos pertinentes sobre las características, conceptos, factores y/o variables involucradas en la

situación o temática estudiada, en este caso, los riesgos asociados a la contratación de mano de obra y su impacto financiero en los proyectos.

Dado lo anterior, con el objetivo de obtener información relevante de los factores de riesgo identificados y consolidados en las categorías de la encuesta previamente descritas (administración, técnicos, operativos, contractuales-legales, económicos-financieros, sociales y seguridad), así como datos medibles en términos de probabilidad e impacto por parte de los encuestados, se estructuró una escala de Likert, que mide la percepción de riesgo en una escala continua de 1 a 10 por cada escenario analizado, de esta forma, los encuestados clasifican los factores y variables, marcando su calificación de experto sobre una línea que corre de un extremo a otro, midiendo así la probabilidad de ocurrencia y el impacto esperado en cada variable objeto de estudio.

**Tabla 2.** Escala continua de evaluación utilizada en la encuesta

Probabilidad	Muy Bajo 1		10 – Alto	2.14
Impacto	Muy Bajo 0		10 – Alto	3.75

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Una característica de los ítems en la escala de Likert es que las alternativas de respuesta son fijas para todas las proposiciones y todas tienen designado un peso o valor equivalente. Así que la evaluación dada por los expertos encuestados para la probabilidad e impacto de cada escenario de riesgo, varía directamente con el grado de actitud, experiencia, conocimiento, destreza de la variable, entre otros, por parte del encuestado.

#### 4.5.2. Encuesta

Acorde con los objetivos del estudio, se seleccionó la herramienta de encuesta para la recolección de información cuantitativa, inicialmente porque es uno de los métodos para identificar riesgos, más utilizado mundialmente acorde a los diversos artículos investigados, mediante la elaboración de una serie de preguntas, cuyo objetivo es determinar la posibilidad de ocurrencia de algunas situaciones que podrían generar pérdidas y, segundo, esta herramienta es una de las técnicas de recolección de información cuantitativa más usadas, a pesar que tiene el sesgo de las personas encuestadas.

La encuesta está conformada por preguntas que están estructuradas para que el entrevistado marque sus respuestas desde el proceso que ejecuta en el contexto general de la mano de

obra en el sector constructor, la relación contractual entre constructora y contratista, los factores de riesgo financiero de corte interno asociados al proyecto (operativo, administrativo, etc.), los factores de riesgo financiero externos aplicables a la construcción y otros factores de riesgos asociados, que impactan de forma relevante los contratos de mano de obra en el sector constructor.

La herramienta de encuesta está diseñada para ejecutar preguntas a un perfil de entrevistados: expertos en la gestión de proyectos, en la dirección de obras de construcción, en la contratación de mano de obra y la gestión de costos y presupuestos por parte de las constructoras.

#### **4.6. Técnicas y/o herramientas de análisis**

Estudios anteriores han discutido algunos de los problemas y deficiencias de los métodos utilizados para realizar la evaluación de riesgos de proyectos en los campos de la ingeniería civil (Faber & Stewart, 2003). Uno de los principales problemas explorados es la falta de técnicas prácticas de evaluación de riesgos, que se necesitan con urgencia para aumentar la credibilidad de los resultados de la evaluación de riesgos (Kuo & Lu, 2012).

El análisis de riesgos es un uso metódico de la información disponible para establecer con qué frecuencia se puede dar la ocurrencia de eventos específicos y para determinar también la magnitud de sus consecuencias. Los riesgos se definen generalmente como eventos negativos, como las pérdidas financieras que impactan el presupuesto del proyecto. Sin embargo, el proceso de análisis de riesgos también puede descubrir posibles resultados positivos, mediante la exploración del espacio completo de posibles resultados para una situación determinada; un buen análisis de riesgos puede tanto identificar obstáculos como descubrir nuevas oportunidades (Khalfi & Ourbih-Tari, 2020).

El análisis de riesgos se puede realizar de forma cualitativa o cuantitativa. El análisis de riesgo cualitativo generalmente implica evaluar una situación por instinto o "sensación de la tripa" y se caracteriza por declaraciones como: "Eso parece demasiado arriesgado". El análisis de riesgo cuantitativo intenta asignar valores numéricos a los riesgos, ya sea utilizando datos empíricos o cuantificando evaluaciones cualitativas (Khalfi & Ourbih-Tari, 2020).

Teniendo claro lo anterior, las encuestas serán analizadas mediante herramientas como la distribución de frecuencias y representaciones gráficas, que surgirán a partir de las técnicas de análisis de información cuantitativa en las respuestas, por parte de los encuestados, para medir los factores de riesgos financieros que serán objeto de evaluación en nuestro trabajo (Mejía et al, 2017).

La técnica de análisis de información cuantitativa será el análisis de los resultados de la escala de Likert utilizada en la encuesta, el uso de funciones de distribución de los datos recolectados por medio de la encuesta, pruebas estadísticas y la simulación Monte Carlo, para poder analizar diversos escenarios de riesgo según la probabilidad e impacto de las variables por medio del software @Risk, el cual, según PALISADE (2018), que es un fabricante de software a nivel mundial de análisis de riesgo y de decisiones y el creador de @Risk, el sistema realiza un análisis de riesgo, utilizando la simulación para presentar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo, y revelando qué probabilidad hay de su materialización.

A continuación se da un alcance más detallado de las técnicas y herramientas usadas para el análisis de información, así como la aplicación específica al estudio.

#### **4.6.1. Distribución de frecuencias y representaciones gráficas**

En el enfoque dinámico y académico que tiene la evaluación del riesgo financiero en la contratación de mano de obra en el sector constructor, se ha utilizado estas técnicas de distribución de frecuencias y representaciones gráficas, con el objetivo de organizar, concentrar, presentar y analizar la información, basados en la premisa de que es de las formas más sencillas en la estadística de generalizar y contrastar los resultados numéricos (datos) de observaciones directas o indirectas y representarlos gráficamente, para facilitar la comprensión y extraer conclusiones acerca del comportamiento real de las variables.

Dado lo anterior, una distribución de frecuencias es la exposición tabular de las frecuencias de repetición de ocurrencia de las características en las que ha sido dividida una variable. Esta característica puede estar determinada por una cualidad o un intervalo, por ende, la creación de una tabla de frecuencias puede desplegarse tanto para una variable cuantitativa o cualitativa.

Para el foco particular de análisis del resultado de la evaluación ejecutada, fueron utilizados histogramas de frecuencia para analizar la frecuencia de los riesgos identificados por cada una de sus categorías identificadas, evidenciando cómo se forman los intervalos de clase en el eje de las abscisas (eje horizontal o eje x), y las frecuencias absoluta o acumulada en el eje de las ordenadas (eje vertical o eje y). La meta es analizar el comportamiento de cada variable por la forma que presenta el histograma, verificar si existe algún intervalo donde se acumulan los datos, así como la tendencia posicional y grado de dispersión o variabilidad de los datos.

Adicionalmente, como complemento a este primer análisis, se construyeron gráficas de diversos tipos que permitieran explicar más fácilmente el comportamiento de los datos de los riesgos que impactan la contratación de mano de obra en el sector constructor. Es de suma importancia la incorporación de las gráficas porque permiten mostrar, interpretar y analizar de manera sencilla y efectiva los datos estadísticos, mediante formas geométricas que las integran como, por ejemplo, la gráfica pastel con porcentajes de participación de los riesgos identificados por categoría. Las gráficas analizadas permitieron además una fácil comparación de magnitudes, tendencias y relaciones entre los valores obtenidos para las variables estudiadas, ya que las relaciones visuales se captan con facilidad.

#### **4.6.2. Simulación Monte Carlo**

La simulación Monte Carlo es una técnica matemática que nos permite ver todos los resultados posibles de nuestras decisiones y evaluar el impacto del riesgo analizado, lo que permite una mejor toma de decisiones en situaciones de incertidumbre. Luego, el método de simulación de Monte Carlo puede ayudar a identificar las medidas claves del análisis de riesgos y examinar cómo se pueden abordar, así mismo, es una técnica de modelado numérico que se utiliza normalmente cuando el fenómeno que se describe es complejo y no lineal o implica ruido e incertidumbre en la estimación de parámetros (Khalfi & Ourbih-Tari, 2020).

La mejor manera, de acuerdo a la investigación de técnicas y herramientas ejecutada, para realizar un análisis de riesgo cuantitativo, es mediante la simulación de Monte Carlo, donde las entradas del modelo se representan utilizando rangos de valores posibles conocidos como distribuciones de probabilidad y, de esta manera, por medio de una simulación de Monte Carlo, los datos se muestrean aleatoriamente de las distribuciones de probabilidad de entrada. Cada conjunto de muestras se denomina iteración y se consigna el resultado obtenido de esa muestra, donde la simulación hace esto cientos o miles de veces, y el resultado es una

distribución de probabilidad ajustada a los resultados finales. Por consiguiente, la simulación Monte Carlo presenta una visión mucho más integral de lo que puede suceder, porque nos brinda información no solo de lo que podría suceder, sino también de la probabilidad de que suceda (Bhargava, Labi, Chen, Saeed & Sinha, 2017).

Un análisis de riesgo cuantitativo se puede realizar de dos formas diferentes, ya sea de forma determinista o estocástica. El primer caso utiliza estimaciones de un solo punto; por ejemplo, en un modelo financiero, un analista suele examinar tres resultados diferentes: el peor de los casos, el mejor de los casos y el más probable. Hay varios problemas con este enfoque, porque considera solo unos pocos resultados y otorga el mismo peso a cada resultado. Se ignora la interdependencia entre los insumos, el impacto de los diferentes insumos en relación con el resultado y otros matices, lo que simplifica demasiado el modelo y reduce su precisión.

Nos centraremos en el análisis de riesgo cuantitativo estocástico, ya que las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo. Dado lo anterior, la simulación Monte Carlo ofrece una serie de ventajas sobre el análisis determinista o de estimación de un solo punto (Khalfi & Ourbih-Tari, 2020).

En la presente investigación, se utilizó el complemento de Microsoft Excel® que se denomina @Risk, el cual realiza análisis de riesgo utilizando simulación Montecarlo para mostrar una gran cantidad de escenarios en Excel. Con base en lo definido y planteado metodológicamente por Gómez, Mora y Uribe (2015), a continuación, se detalla la secuencia que se llevó a cabo para ejecutar la medición de las variables de estudio, en términos de probabilidad e impacto:

1. Se definieron con base en los datos cuantitativos suministrados por los encuestados para cada factor de riesgo identificado y según el comportamiento de la variable analizada, la función de distribución que mejor la definía.
2. Se realizó una prueba de bondad de ajuste, obteniendo como resultado la mejor función de distribución que se ajustaba al conjunto de observaciones obtenidas, según los valores del estudio por riesgo en cada categoría.
3. En @Risk se configuró una modelación a 10.000 iteraciones, se definió una sola simulación, y en la pestaña muestreo se define simulación de Montecarlo.

4. Por último, se generaron los resultados y los informes de simulación, de acuerdo con los requerimientos de presentación de resultados, para analizar posteriormente los parámetros de rangos con un 90% de confianza, media, coeficiente de asimetría, desviación estándar y coeficiente de variación para cada uno de los riesgos analizados.

Es importante aclarar que por la naturaleza del estudio, se ajustaron todas las funciones de distribución con un mínimo y un máximo, acorde a los rangos de probabilidad e impacto y, sumado a la cantidad de datos de entrada por riesgos, es posible que el comportamiento de varias funciones de distribución en la simulación ejecutada con 10.000 iteraciones, tengan un comportamiento similar entre los riesgos identificados.

#### **4.6.3. Funciones de distribución**

A partir de los datos cuantitativos de entrada se ajustaron los valores mediante el uso de funciones de distribución de probabilidad, dichas variables generan diferentes probabilidades de que se puedan materializar los riesgos analizados con diferentes resultados para cada función. Las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo, por ende, las distribuciones de probabilidad usadas y ajustadas para un mínimo de 1 y un máximo de 10, en términos de probabilidad de ocurrencia y un mínimo de 0 y un máximo de 10 en términos de impacto sobre el presupuesto de la obra, para todos los riesgos identificados en el estudio y la medición financiera ejecutada, fueron las siguientes según PALISADE (2018):

Uniforme – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse; se definieron los valores de mínimo y máximo, acorde al análisis del riesgo financiera en la contratación de mano de obra ejecutado.

Triangular – Se definieron los valores mínimo, más probable y máximo, acorde al análisis y ajuste de la función de distribución. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.

PERT – Se definieron los valores mínimo, más probable y máximo, como en la distribución triangular, acorde al ajuste de distribución de los datos de entrada. Los valores ubicados alrededor del más probable tienen mayor probabilidad de originarse. No obstante, los valores

ubicados entre el más probable y los extremos tienen mayor probabilidad de ocurrir que en la distribución triangular; es decir, los extremos no tienen tanto peso.

Normal – Las funciones de criticidad se definieron con una media y una desviación estándar para registrar la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse. Es una distribución simétrica y describe el comportamiento natural de la criticidad de los riesgos analizados.

Beta General – Se utiliza para una variable aleatoria continua que toma valores en el intervalo (0,1). Uno de los principales recursos de esta distribución es el ajuste a una gran variedad de distribuciones empíricas, pues adopta formas muy diversas, dependiendo de cuáles sean los valores de los parámetros.

#### **4.6.4. Análisis de escenarios**

La simulación Monte Carlo, como se explicó anteriormente, permite calcular miles de escenarios de un modelo a través de la selección repetida de valores para variables aleatorias que han sido previamente definidas con determinada distribución de probabilidad. Explicado de otra manera, esta simulación radica en proporcionar valores aleatorios de variables de entrada para definir y concretar las fluctuaciones posibles de las variables de salida (Gómez & Herrera, 2017).

Usando la simulación Monte Carlo resulta sencillo ejecutar análisis entre escenarios, dada las variables de entrada y salida de las funciones de distribución aplicadas, dado que se pueden ver exactamente los valores que tienen cada variable cuando se producen ciertos resultados estadísticos y esto resulta muy valioso para profundizar en los análisis. Inclusive tiene alcance para análisis de correlación de variables, porque de acuerdo a las funciones que integran @Risk, por medio de la simulación Monte Carlo, es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada (Khalfi & Ourbih-Tari, 2020).

Específicamente para la ejecución del trabajo, se desarrollaron análisis de escenarios, como método alternativo para el análisis de los riesgos identificados; se procedió a la generación de diferentes escenarios para las variables de entrada, cambiando los valores de las variables de entrada claves, señalando mínimos y máximos de cada una, de manera que se identifique su impacto en las variables objetivo en un proceso de cambio paralelo. Por lo anterior, la simulación Monte Carlo, según supuestos definidos para las variables de entrada mediante

distribuciones de probabilidad, genera múltiples escenarios simultáneos, registrando su impacto en las variables de resultado (Gómez & Herrera, 2017).

## **5. Desarrollo del trabajo**

En este apartado se revelan los resultados de los objetivos propuestos y desarrollados en el presente estudio, desde la perspectiva cualitativa y cuantitativa de riesgos.

### **5.1. Identificación**

El objetivo específico de este capítulo es identificar los riesgos asociados al proceso de contratación de mano de obra en el sector de la construcción. De acuerdo al análisis de información de los artículos publicados en las bases de datos consultadas y trabajos académicos, relacionados con temáticas de estudio referentes a la gestión del riesgo, la dirección de proyectos, así como en el área de contratación de mano de obra en el sector constructor, que fueron relacionados anteriormente, se identificaron un total de 38 variables de riesgos asociadas a la contratación de mano de obra, las cuales fueron identificadas en el estudio cualitativo y se clasificaron en las siguientes categorías: Administrativos (10), Técnicos (5), Operativos (6), Legales y contractuales (5), Económicos y financieros (7), Salud y seguridad (3) y Sociales (2), con el objetivo de poder evaluar las variables y factores de riesgo de mayor impacto y probabilidad de ocurrencia en los proyectos de construcción del Área Metropolitana de Antioquia, según los resultados de la encuesta realizada a los factores de riesgo identificados.

**Gráfico 1.** Participación de riesgos identificados por categoría de análisis<sup>1</sup>



Fuente: Elaboración propia, 2021.

### Riesgo administrativo

Es la probabilidad del contratista de incurrir en pérdidas originadas por la deficiencia en la planeación, en los procesos, en los controles y/o la falta de idoneidad de la mano de obra contratada.

### Riesgo técnico

Es la probabilidad del contratista de incurrir en pérdidas financieras producto de inadecuada calidad del personal contratado, problemas de diseño, implementación inexacta, ausencia de verificación y planificación temporal del proceso constructivo.

### Riesgo operativo

Es la posibilidad de ocurrencia de pérdidas financieras, originadas por fallas o insuficiencias de procesos, personas, sistemas internos, tecnología, y en la presencia de eventos externos imprevistos.

---

<sup>1</sup> Todos los gráficos adjuntos, incluyendo el gráfico 1, fueron elaborados por los autores acorde a los resultados de su análisis cuantitativo de riesgos.

### Riesgo contractual y legal

Es la posibilidad de pérdidas financieras que asumen los contratistas por no manejar en forma apropiada las obligaciones contractuales con terceros y disposiciones normativas, que finalmente pueden conducir a demandas legales u otras soluciones judiciales.

### Riesgo económico y financiero

Es la incertidumbre que tiene el contratista sobre la evolución de un activo, e indica la posibilidad de que una inversión o proyección financiera específica tenga un rendimiento distinto del esperado, tanto a favor como en contra del inversor, provocando pérdidas financieras para el proyecto.

### Riesgo social

Es la posibilidad del contratista de incurrir en pérdidas por condiciones inadecuadas o deficientes del entorno que rodea a la mano de obra contratada, que disminuyen su calidad de vida o genera conflictos entre el personal interno.

### Riesgo de seguridad y salud

Es la probabilidad de pérdidas financieras por un evento o una exposición peligrosa, que conlleve una lesión o enfermedad a un tercero o la mano obra contratada.

Los riesgos identificados asociados al proceso de contratación de mano de obra y su categoría, se especifican a continuación:

**Tabla 3.** Descripción de riesgos identificados por categoría de análisis

<b>Administrativos</b>	Mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo
	Falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo
	Planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente
	Falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes
	Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista
	Estructura organizacional inadecuada del contratista
	Falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal)
	Inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista
	Poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada

	Capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra
<b>Técnicos</b>	Falta de disponibilidad de personal experto y técnico
	Errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista
	Incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista
	Complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista
	Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista
<b>Operativos</b>	Errores de construcción que conducen a reprocesos
	Retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso
	Ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo
	Accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado
	Incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales
	Baja productividad laboral de la mano de obra contratada
<b>Contractual y legal</b>	Incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores
	Falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales
	Inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil
	Falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora
	Demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente
<b>Económico y financiero</b>	Falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros
	Retraso en los pagos de nómina de los trabajadores
	Incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social
	Inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas
	Embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados
	Errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista
	Situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas)
<b>Social</b>	Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas)
	Conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable
<b>Salud y seguridad</b>	Muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción.
	Daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista
	Ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## **5.2. Medición**

El objetivo específico de este capítulo es medir los riesgos identificados en el proceso de contratación de mano de obra en el sector de la construcción, en términos de probabilidad e impacto.

De acuerdo a los resultados de la medición realizada en @Risk a los factores de riesgo identificados, con base a los datos recolectados a partir de la calificación dada por los gerentes de proyectos, directores y coordinadores de obra y encargados de costos y presupuestos a cada uno de los factores de riesgo, en términos de probabilidad e impacto por medio de la encuesta ejecutada, se pudieron computar y controlar matemática y objetivamente gran número de escenarios futuros posibles con su respectivas probabilidades y datos estadísticos, para obtener el nivel de criticidad de cada riesgo y ejecutar un análisis de riesgo más profundo y objetivo, de acuerdo al resultado de cada función de distribución asignada.

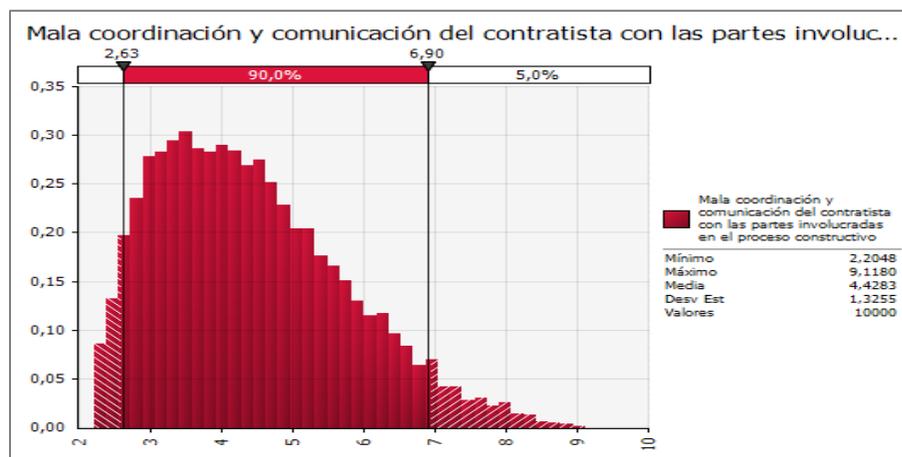
Finalmente, es importante aclarar que se ajustaron todas las funciones de distribución con un mínimo y un máximo, acorde a los rangos de la matriz de probabilidad e impacto utilizada para analizar el comportamiento de los riesgos desde las encuestas, por lo cual es posible que, al ajustar varios riesgos con funciones de distribución similares, entre ellas, la función triangular, Pert, uniforme, entre otras, el resultados de las simulaciones diseñadas con un número de 10.000 iteraciones tengan un comportamiento similar, de acuerdo a sus puntos de correlación evidenciados desde los datos de entrada y confirmados con los datos de salida del modelo. A continuación se analizan de manera individual dichos resultados por cada riesgo identificado en el estudio:

### **5.2.1. Análisis de probabilidad**

En este estudio, se entiende la probabilidad como la posibilidad de ocurrencia de los eventos de riesgo que afectan la obra, en un rango de 1 a 10 en una escala continua de los datos. Los resultados de los riesgos medidos para un total de 10.000 iteraciones es el siguiente:

### 5.2.1.1. Riesgos administrativos

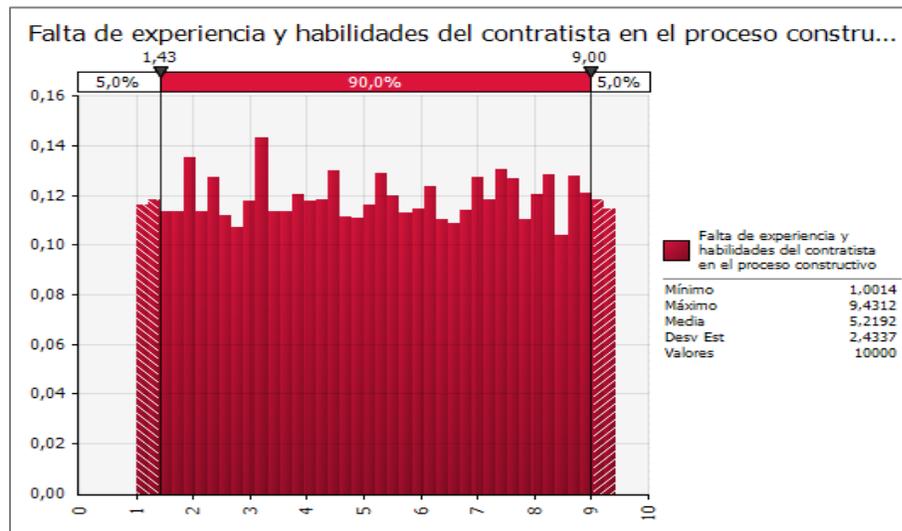
**Gráfico 2.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.63 y 6.90 con una media de 4.42; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.61, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.32, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. La probabilidad es baja porque las constructoras contratan para las obras de construcción Ing. Directores, Ing. Residentes y Maestros con experiencia que están monitoreando periódicamente el desempeño del personal del contratista, haciendo que la comunicación sea directa entre el personal operativo del contratista y los representantes de las constructoras en la obra, obviando la comunicación con el contratista directamente.

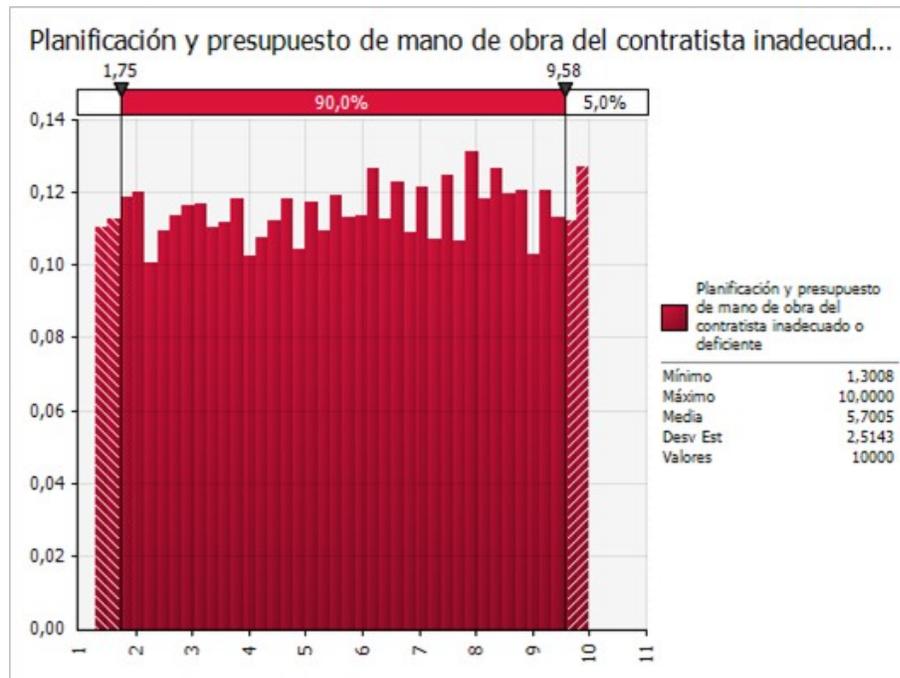
**Gráfico 3.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.43 y 9.00 con una media de 5.22, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0147, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.43, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 46.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo en su probabilidad tiene una distribución uniforme, debido a que los contratistas presentan fluctuaciones en el número de obras contratadas, lo que hace que, al tener menos obras, despidan hasta más del 50% del personal contratado, buscando mantener los encargados y oficiales como personal de mayor experiencia, mientras inician nuevas obras, por lo cual no todas se ven impactadas por la falta de personal con experiencia y habilidades en el proceso constructivo.

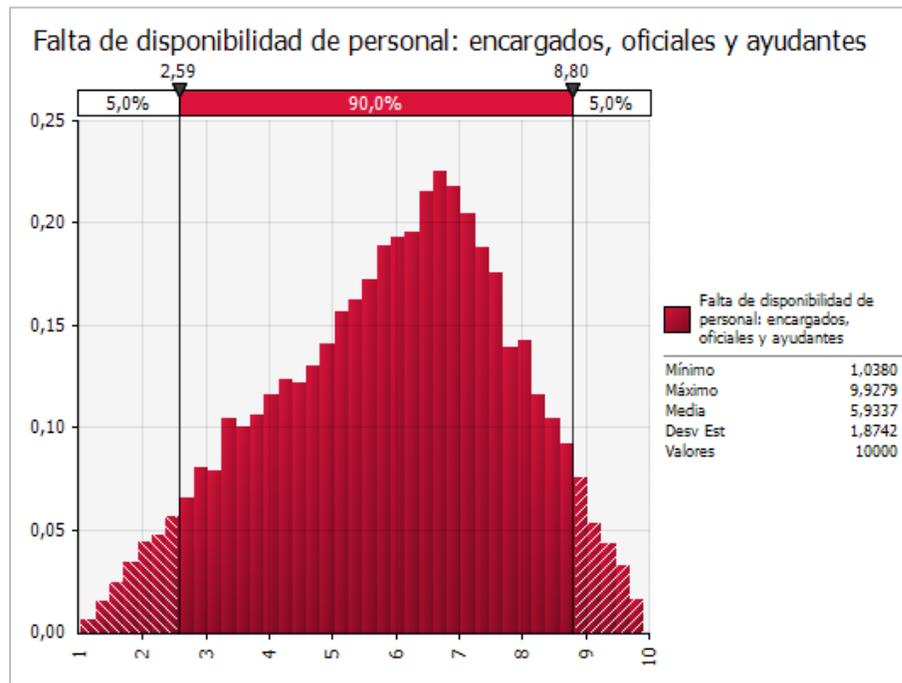
**Gráfico 4.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.75 y 9.58 con una media de 5.70, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.024, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.51, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 44% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo presenta una probabilidad media de ocurrencia, debido a la gestión anticipada de contratación que realizan los directores y coordinadores al presupuestar ellos mismos la mano de obra y buscar otros contratistas para acompañar o reemplazar los existentes en el proceso constructivos de las obras de construcción.

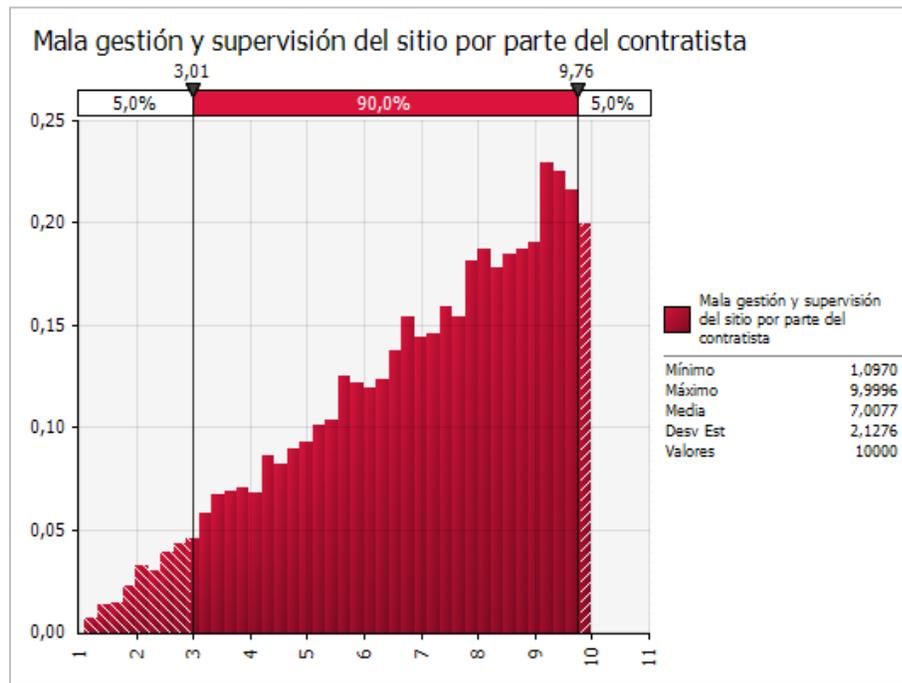
**Gráfico 5.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.59 y 8.80 con una media de 5.93; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.25, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.87, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 31.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo presenta una alta probabilidad de ocurrencia, debido a la alta rotación de encargados, oficiales y ayudantes en el sector de la construcción del Área Metropolitana de Antioquia, donde consiguen laborar fácilmente en otros proyectos por el auge de la construcción.

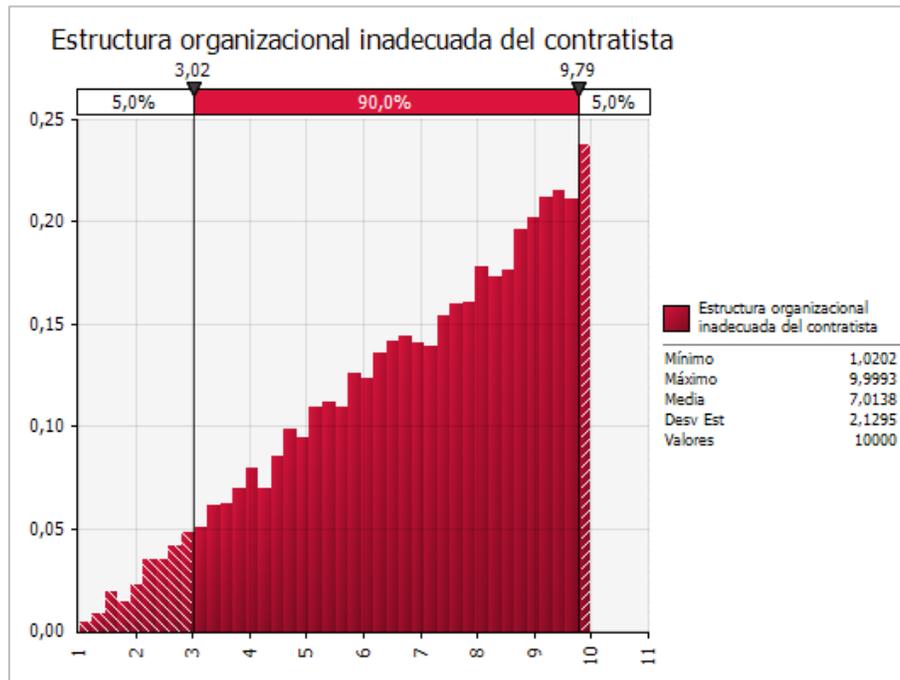
**Gráfico 6.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de la mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.01 y 9.76 con una media de 7.00; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.57, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,2% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo presenta una probabilidad alta de ocurrencia, dado que la principal motivación del contratista es el lucro obtenido por el personal contratado para la obra, dejando la responsabilidad de la gestión y la supervisión al personal de la constructora presente en la obra.

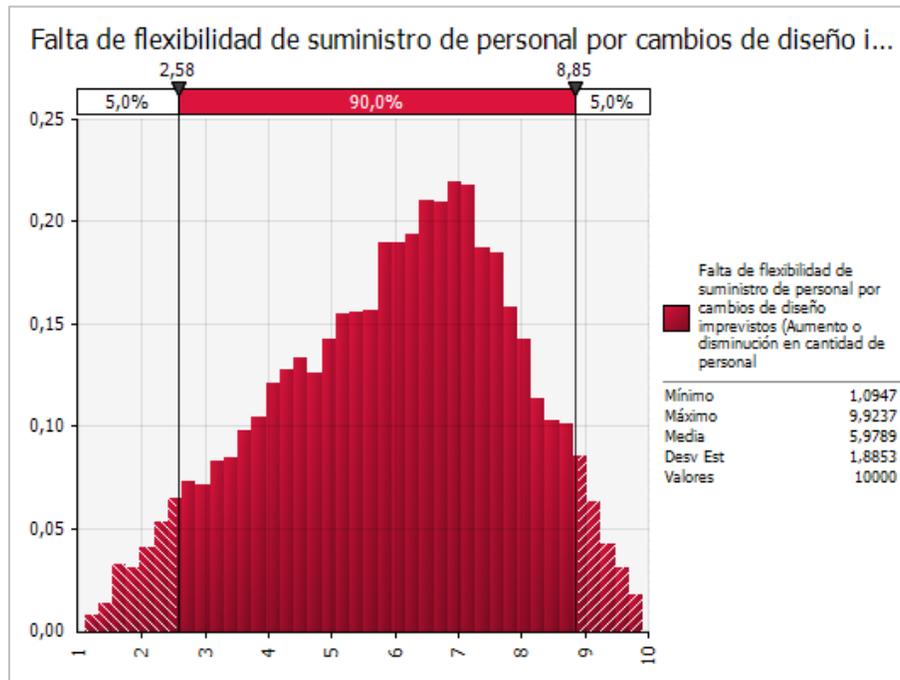
**Gráfico 7.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de estructura organizacional inadecuada del contratista: Administrativo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de estructura organizacional inadecuada del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.02 y 9.79 con una media de 7.01; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.57, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,2% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo se presenta con alta probabilidad, debido a que los contratistas no ven la importancia de tener una estructura organizacional adecuada, por el hecho que genera un mayor costo de administración y que en muchas ocasiones, desde su visión, agrega poco valor a la empresa, teniendo en cuenta que la gran mayoría de los contratistas son Pymes.

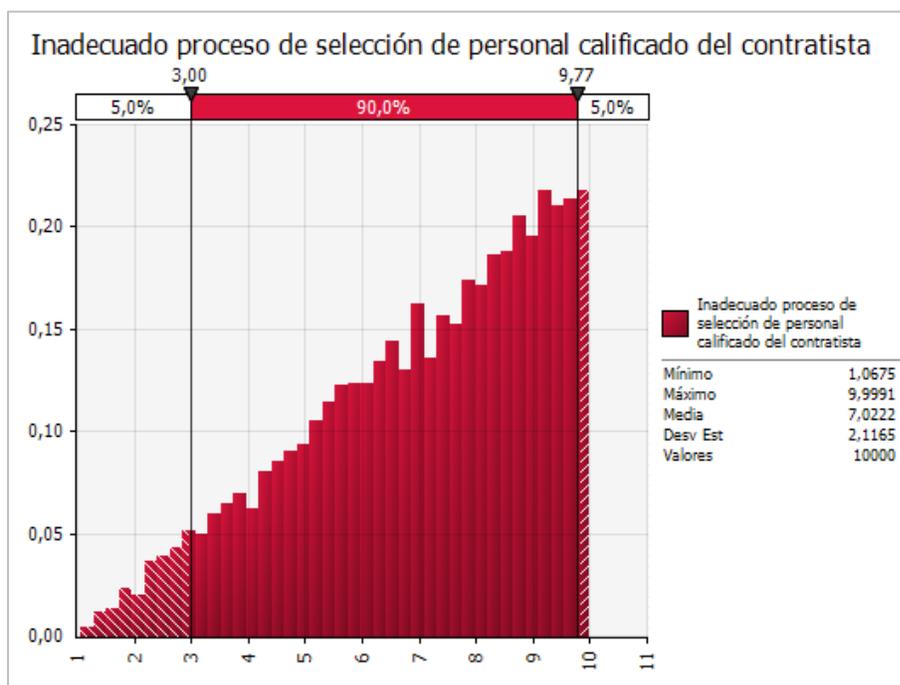
**Gráfico 8.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal): Administrativo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.58 y 8.85 con una media de 5.98; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.29, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.88, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 31.4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo presenta una alta probabilidad de ocurrencia debido a las muchas variables que se presentan al interior del proceso constructivo, al pedir al contratista que suministre personal con experiencia rápidamente, pero a los pocos días se le solicita despedirlos nuevamente por demoras o cambios en los diseños o falta de material, entre otros.

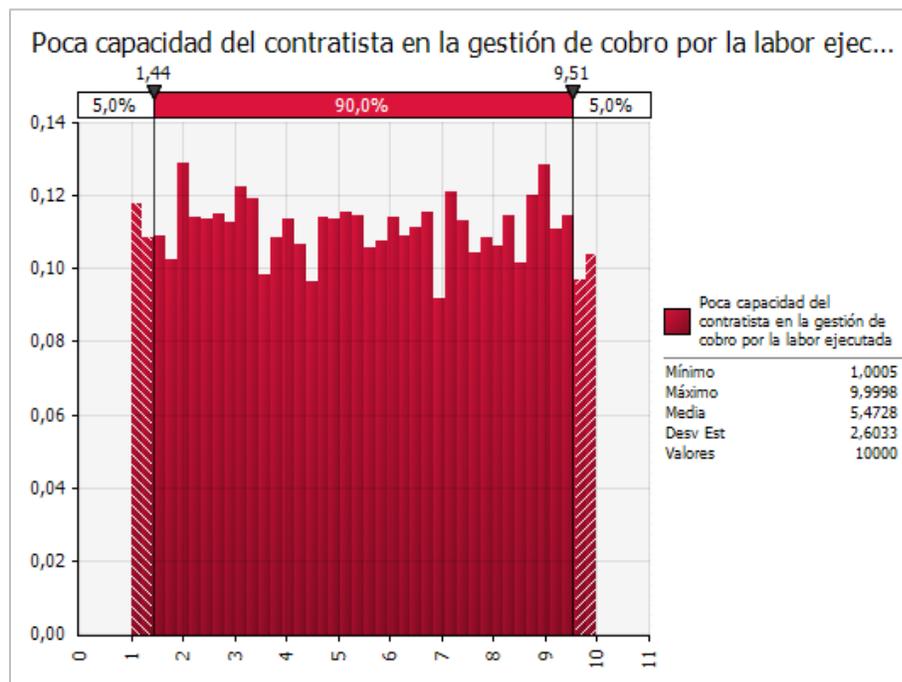
**Gráfico 9.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo del inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.00 y 9.77 con una media de 7.00; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.57, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.11, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30.1% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo presenta una alta probabilidad de ocurrencia, debido a la ausencia de procesos de selección por parte del contratista, ejecutando un proceso informal que es habitual en el gremio, donde el personal se contrata directamente y se evalúa durante su desempeño, asumiendo el riesgo operativo que pudiera representar para la obra.

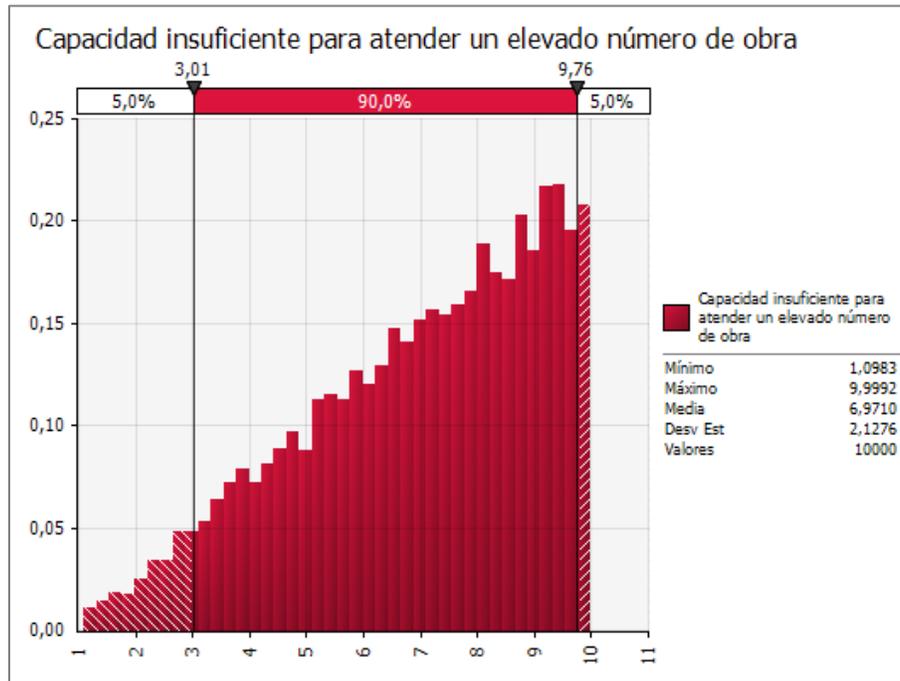
**Gráfico 10.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.44 y 9.51 con una media de 5.47; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0144, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.60, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que muchos de los contratistas han adquirido experiencia en la gestión de cobro de la labor ejecutada, mientras que un contratista con poca experiencia, se debe regir por los presupuestos contractuales manejados por su respectiva gerencia, independiente de que con estos valores se pueda o no cubrir los gastos administrativos y salariales de su personal y organización.

**Gráfico 11.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra

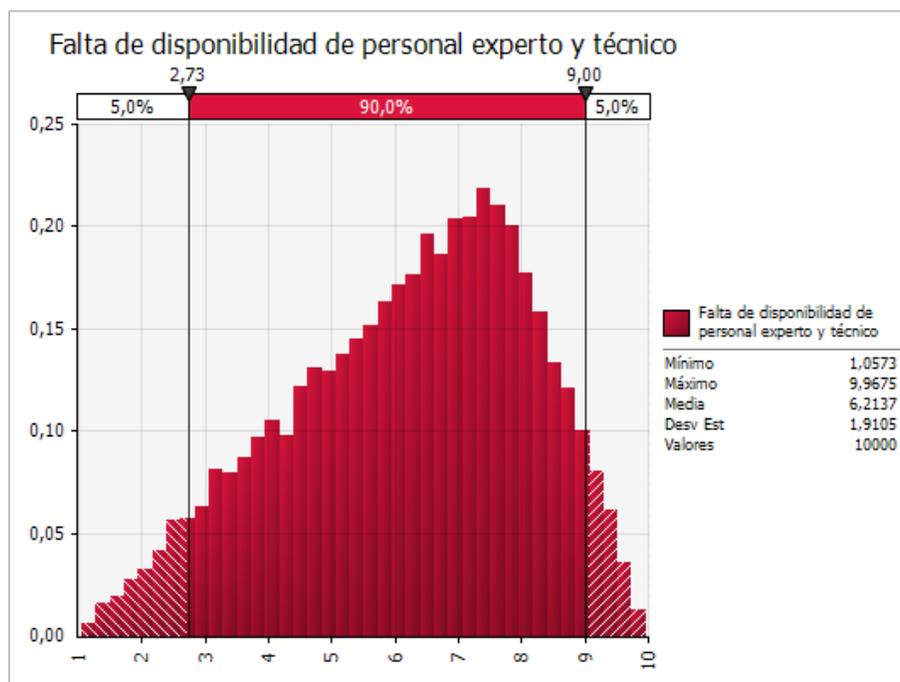


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo administrativo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra por parte del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.01 y 9.76 con una media de 6.97; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo se presenta generalmente por el error operativo del contratista de abarcar un mayor número de contratos de obra, con el fin de aumentar sus ingresos, sin estudiar previamente la capacidad operativa y las consecuencias, producto de una alta demanda respecto a un mayor requerimiento de KTNO (Capital de Trabajo Neto Operativo), en especial, en lo referente a la necesidad de aumentar su recurso humano.

### 5.2.1.2. Riesgos técnicos

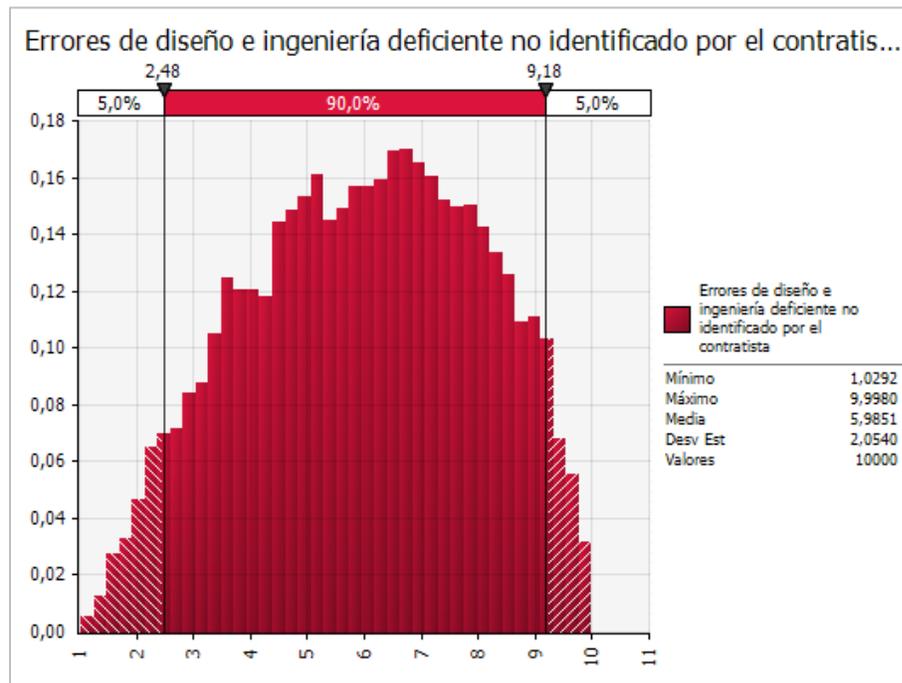
**Gráfico 12.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de falta de disponibilidad de personal experto y técnico



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo técnico de falta de disponibilidad de personal experto y técnico, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.73 y 9.00 con una media de 6.21; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.4262, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.91, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que por las condiciones fluctuantes del gremio, es normal que se presenten cambios constantes de grupos de trabajo, lo que aumenta la falta de disponibilidad de personal experto en ciertas áreas.

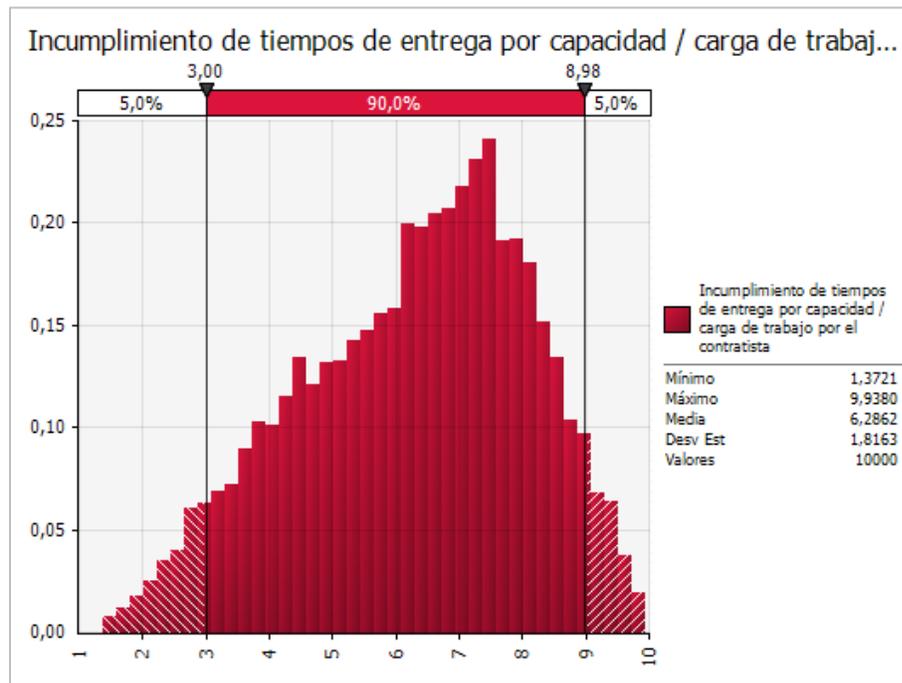
**Gráfico 13.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo técnico de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista, fue ajustado con una función de distribución Beta general, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.48 y 9.18 con una media de 5.98, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.2152, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.05, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 34.2% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que la constructora es la encargada de recibir, revisar y distribuir la información al contratista, además de dar las pautas para su ejecución, y en el que por lo general el contratista no detiene su atención minuciosamente.

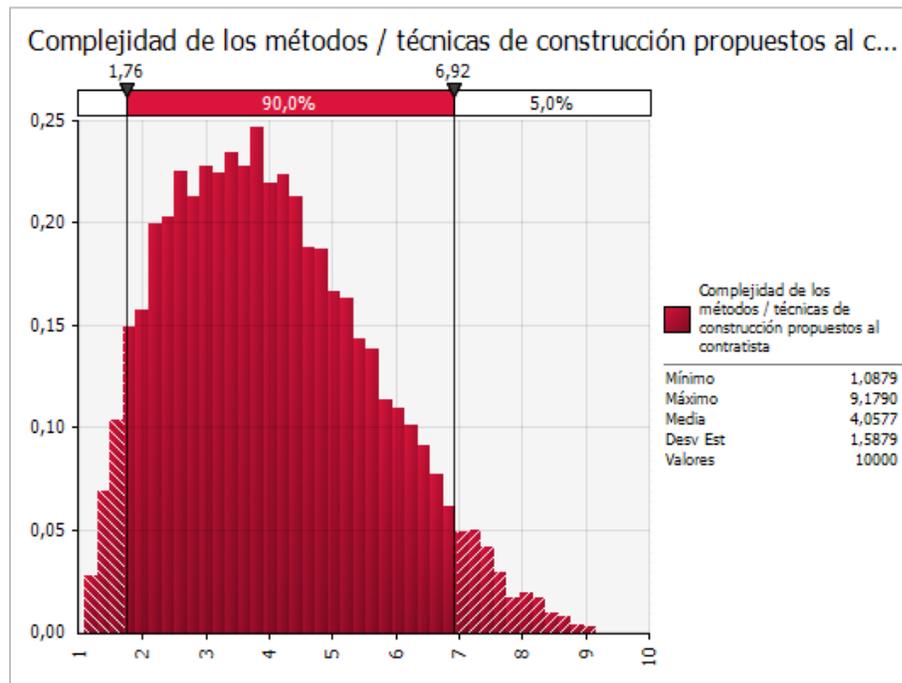
**Gráfico 14.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo técnico, incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.00 y 8.98 con una media de 6.28; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.3732, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.81, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 28.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que los contratistas no cuentan con cronogramas de trabajo que les permita visualizar tiempos de entrega y rendimientos de su personal, para poder establecer indicadores que midan el grado de ejecución vs tiempo proyectado de entrega.

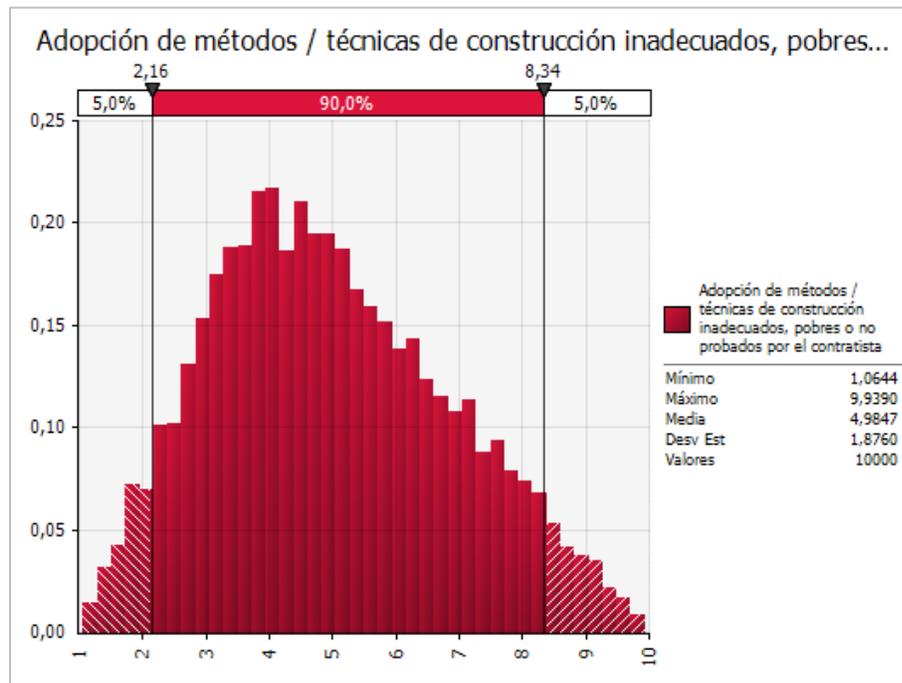
**Gráfico 15.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo técnico de complejidad de los métodos/técnicas de construcción propuestos al contratista, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.76 y 6.92 con una media de 4.05; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.4698, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.58, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 39.01% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que la estrategia de la constructora al momento de hacer la selección de sus contratistas, se fundamenta en determinar la experiencia técnica de cada grupo de trabajo según el tipo de labor a ejecutar.

**Gráfico 16.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista

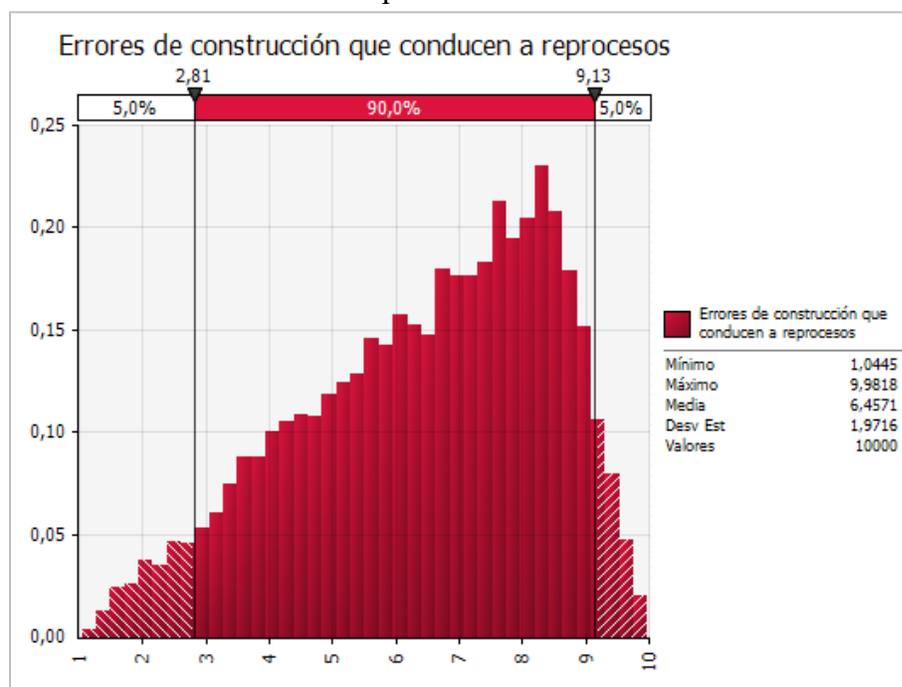


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo técnico de adopción de métodos/técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.16 y 8.34 con una media de 4.98; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.29, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.87, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 37.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que las constructoras cuentan con altos estándares de calidad y departamentos de gestión que se encargan de evaluar y determinar que los procesos de construcción realizados sean eficientes, tanto económica como técnicamente.

### 5.2.1.3. Riesgos operativos

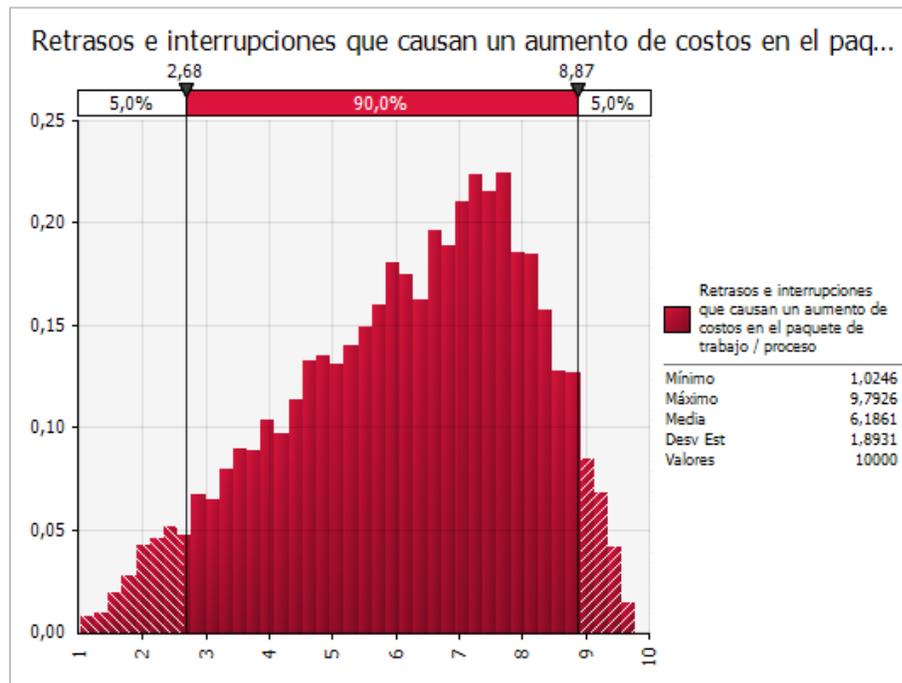
**Gráfico 17.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Errores de construcción que conducen a reprocesos



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de errores de construcción que conducen a reprocesos, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.81 y 9.13 con una media de 6.45; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.4791, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.97, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que no hay un acompañamiento técnico por parte del contratista para la ejecución y revisión de las actividades realizadas, materializándose en errores operativos.

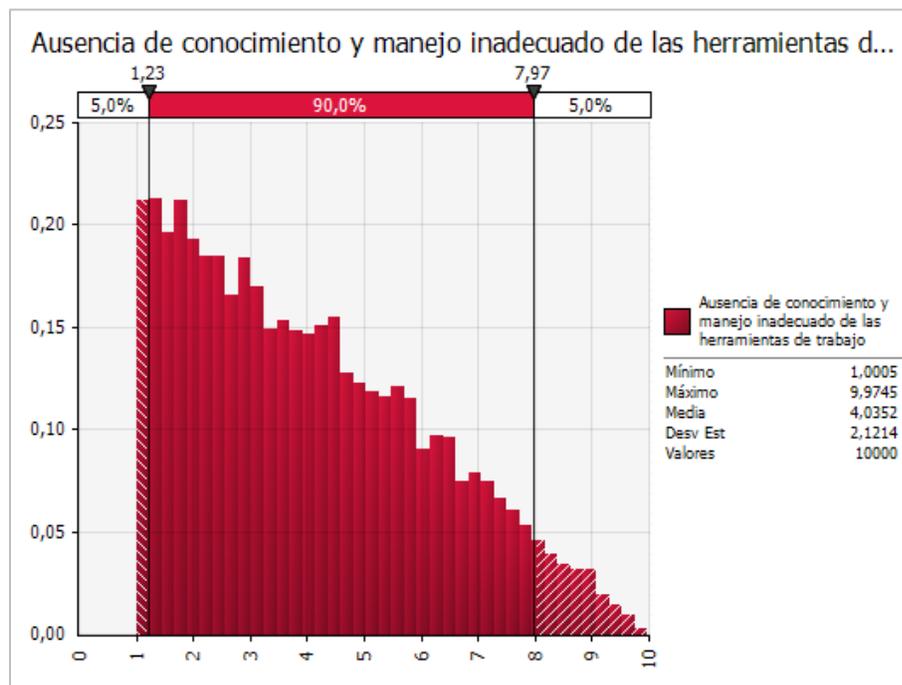
**Gráfico 18.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo/proceso, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.68 y 8.87 con una media de 6.18; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.4305, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.89, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que las condiciones ambientales, sociales y administrativas pueden tener un % de imprevistos, los cuales se ven reflejados en el costo de ejecución del proyecto y tiempos de entrega óptimos.

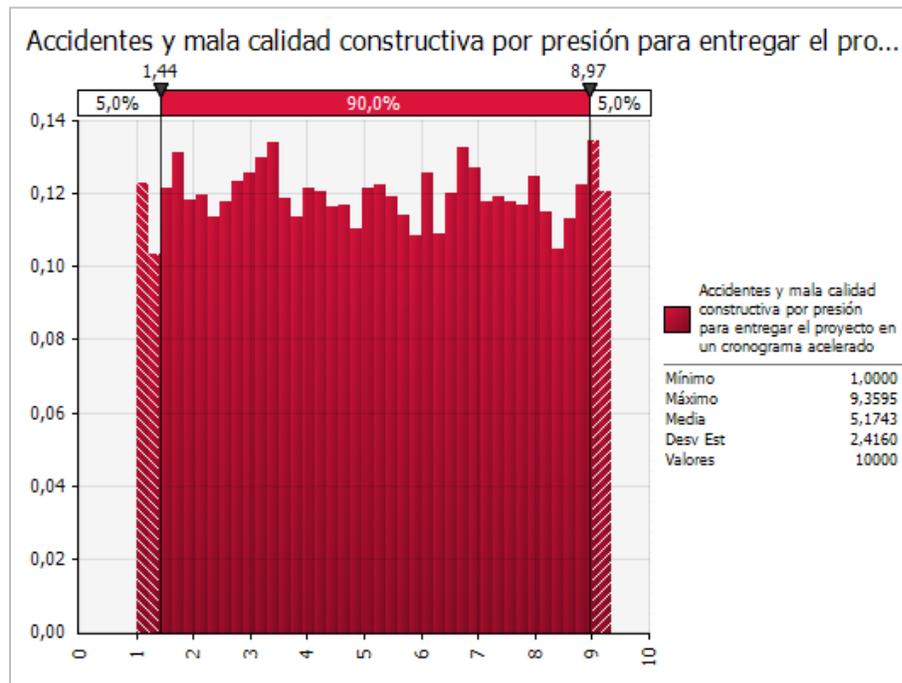
**Gráfico 19.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.23 y 7.97 con una media de 4.03; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.5412, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 52.60% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que a cada contratista se le exige por parte de la constructora un plan de gestión, en donde el personal recibe capacitaciones periódicas para el manejo adecuado de las herramientas de trabajo.

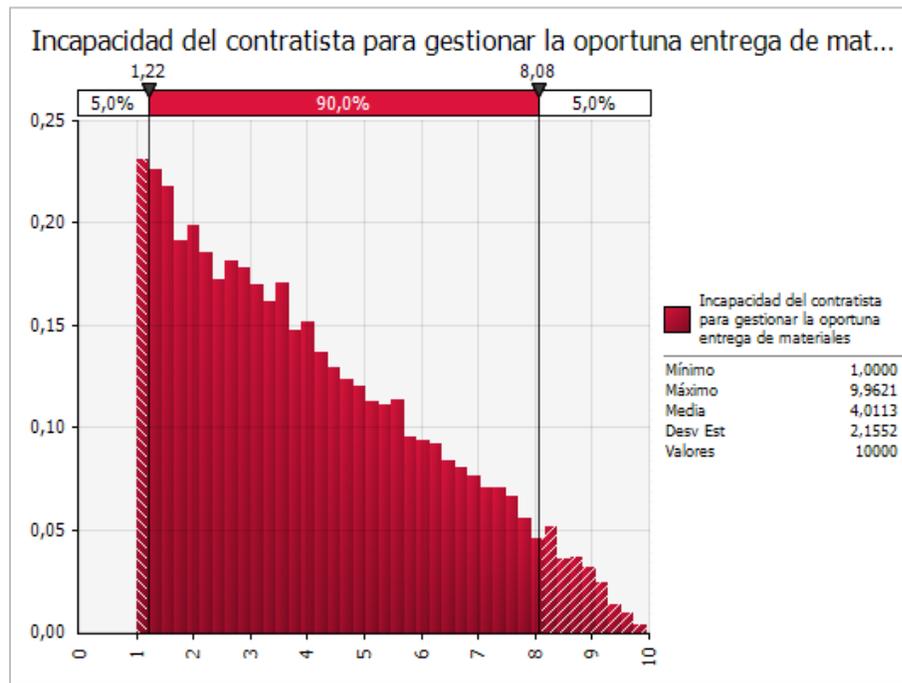
**Gráfico 20.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.44 y 8.97 con una media de 5.17; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0209, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.41, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 46.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que se cuenta con un personal de supervisión idóneo por parte de la constructora, que se compone de interventoría e ingenieros residentes que garanticen la ejecución adecuada de proyectos en el tiempo estipulado y con excelente calidad.

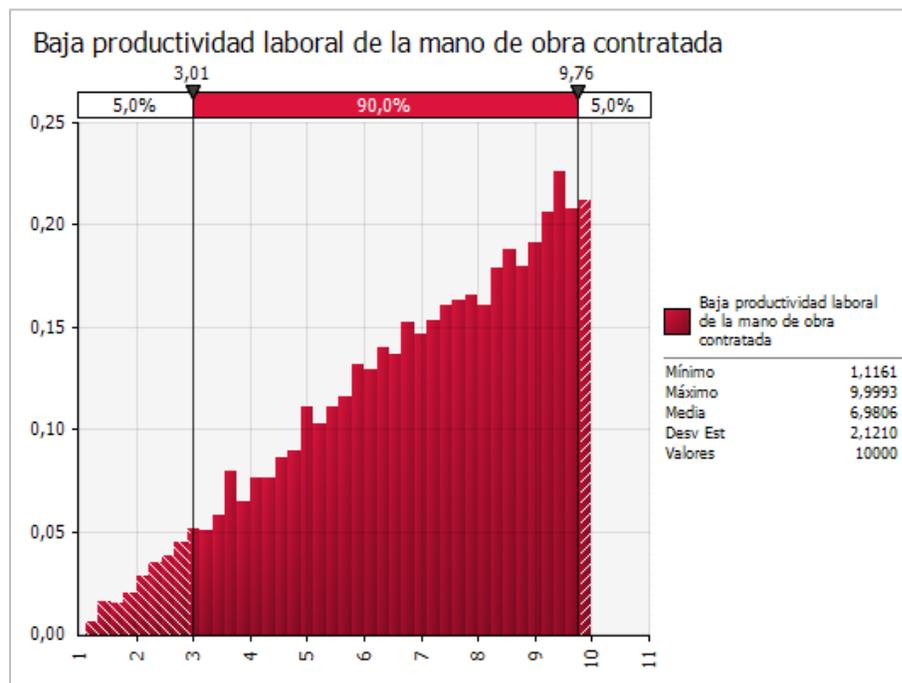
**Gráfico 21.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.22 y 8.08 con una media de 4.01; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.5919, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.15, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 53,61% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que la constructora por su capacidad operacional es la encargada de la gestión y suministro de los materiales.

**Gráfico 22.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada

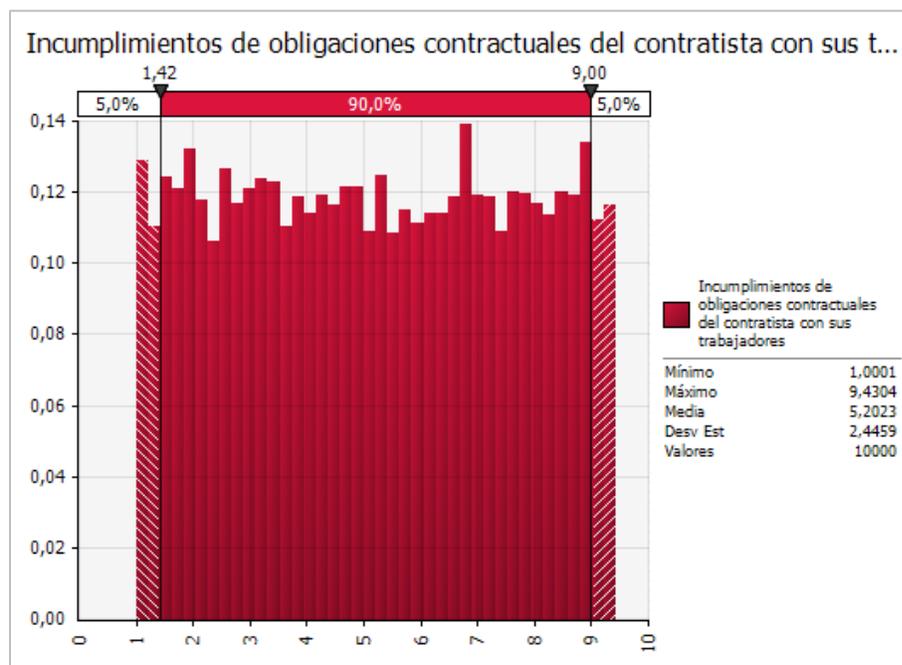


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo operativo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.01 y 9.76 con una media de 6.98; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.5442, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,37% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que los contratistas no realizan una selección eficaz del personal según la actividad a desempeñar, por ende, no existe control de la cantidad de obra planeada vs la ejecutada, para evidenciar los niveles de productividad y poner metas al contratista.

#### 5.2.1.4. Riesgos contractuales y legales

**Gráfico 23.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores

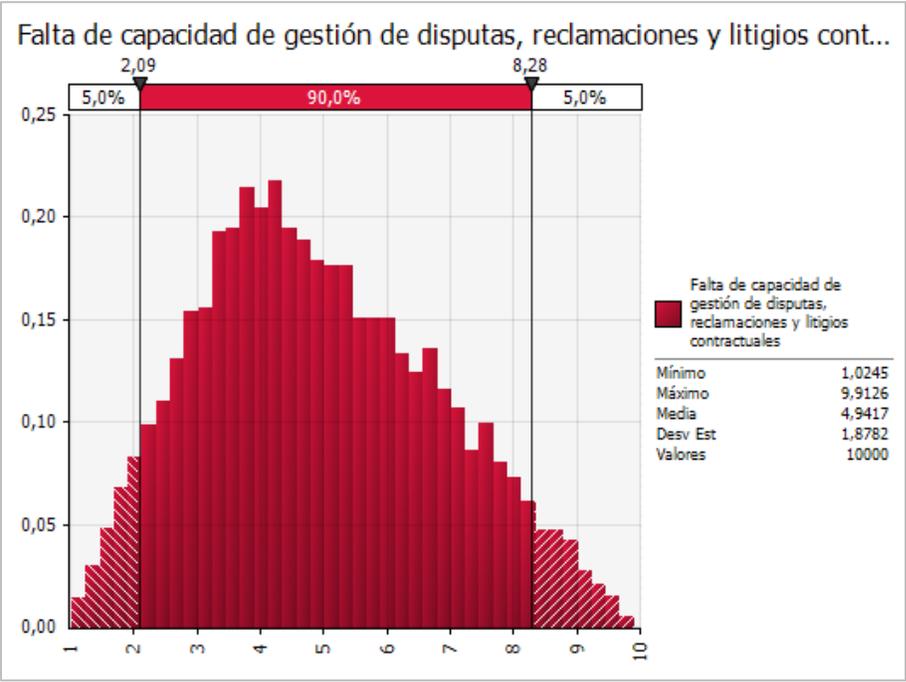


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo contractual y legal de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.42 y 9.00 con una media de 5.20; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.019, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.44, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 46.9% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad media de ocurrencia, porque a pesar de que los contratistas generalmente no cuentan en su organigrama con el personal apto para asesorar y orientar en temas legales, respecto a las obligaciones y responsabilidades del empleador ante el trabajador, tienden a recibir asesoría por parte del personal de la

constructora o consultor externo, si lo requieren, lo que permite que incidentes que se presenten ocasionalmente tengan el manejo adecuado y no sean obviados.

**Gráfico 24.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales

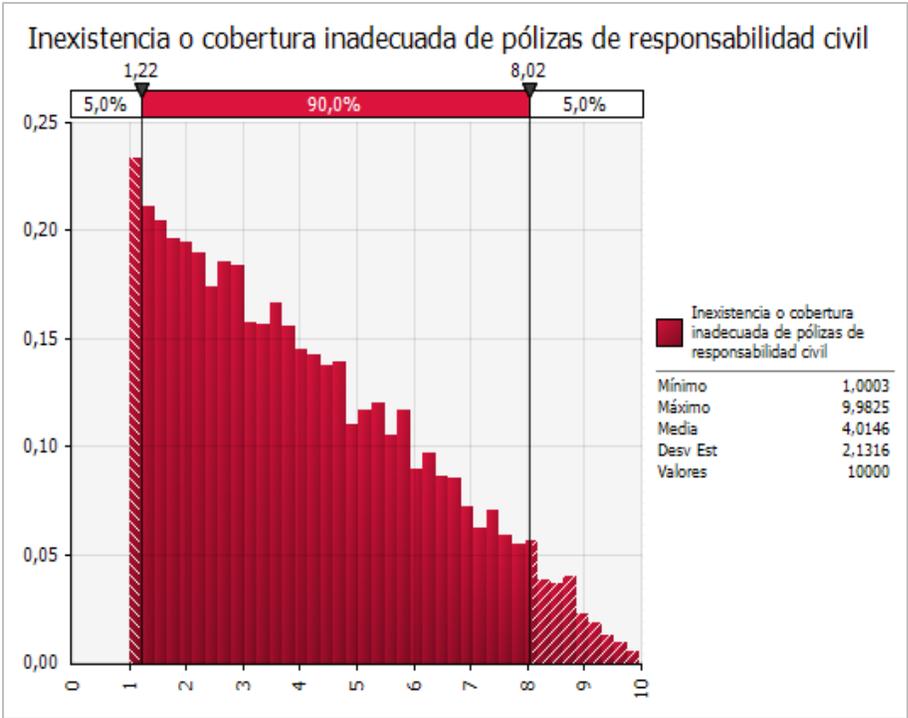


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo contractual y legal de falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.09 y 8.28 con una media de 4.94; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.33, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.87, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 37.85% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que las constructoras con su departamento de gestión realizan un acompañamiento y capacitaciones permanentes a los contratistas, con el fin de buscar conciliaciones y minimizar las

posibilidades de que los trámites con terceros vayan dirigidos hacia vías legales con condiciones mucho más dispendiosas y extensas, ya que los contratistas no cuentan en su organigrama con un área especializada en temas legales.

**Gráfico 25.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil

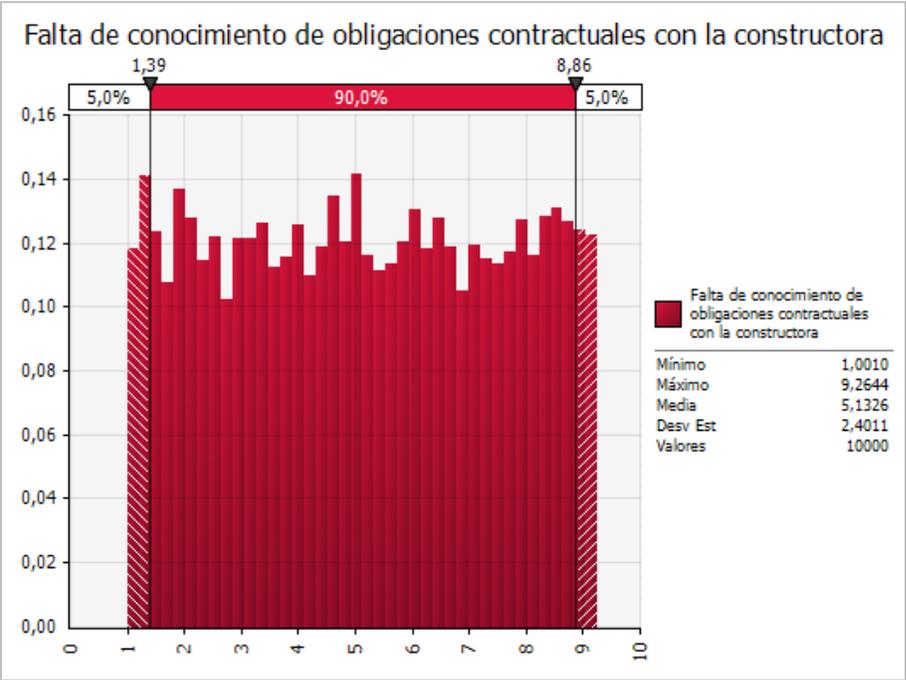


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo contractual y legal de la inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.22 y 8.02 con una media de 4.01; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.56, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.13, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 53.11% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, ya que dentro de las exigencias de las constructoras para

adjudicar contratos, el requisito de expedición de pólizas es completamente obligatorio, esto con el fin de respaldar el proyecto y las partes involucradas durante su tiempo de ejecución.

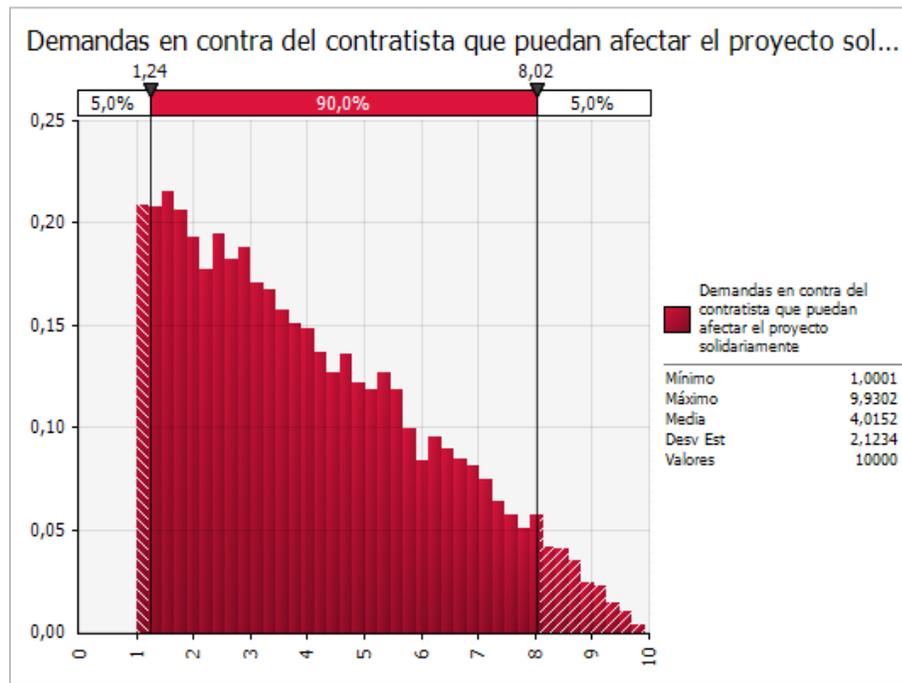
**Gráfico 26.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo contractual y legal de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.39 y 8.86 con una media de 5.13; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.011, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.40, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 46.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que algunos de los contratistas por su falta de experiencia y/o capacitación, no tienen manejo de conceptos administrativos y legales al momento de ejecutar contratos.

**Gráfico 27.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente

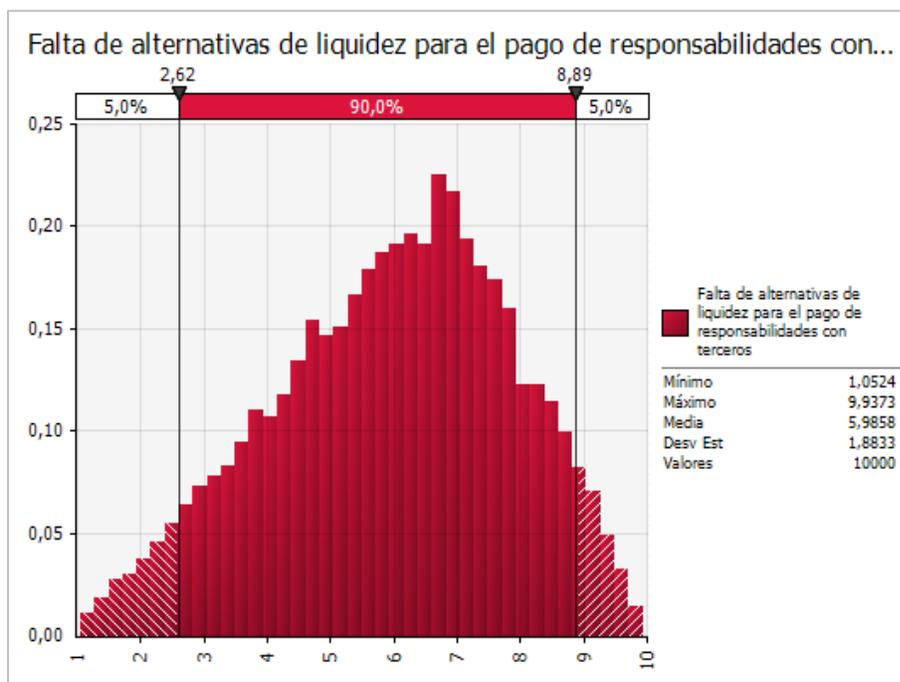


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo contractual y legal de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.24 y 8.02 con una media de 4.01; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.55, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.12, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 52.86% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que las empresas con sus sistemas de gestión exigen cada vez más a los contratistas que cumplan con sus estándares de calidad y seguridad, minimizando el riesgo de demandas y procesos legales.

### 5.2.1.5. Riesgos económicos y financieros

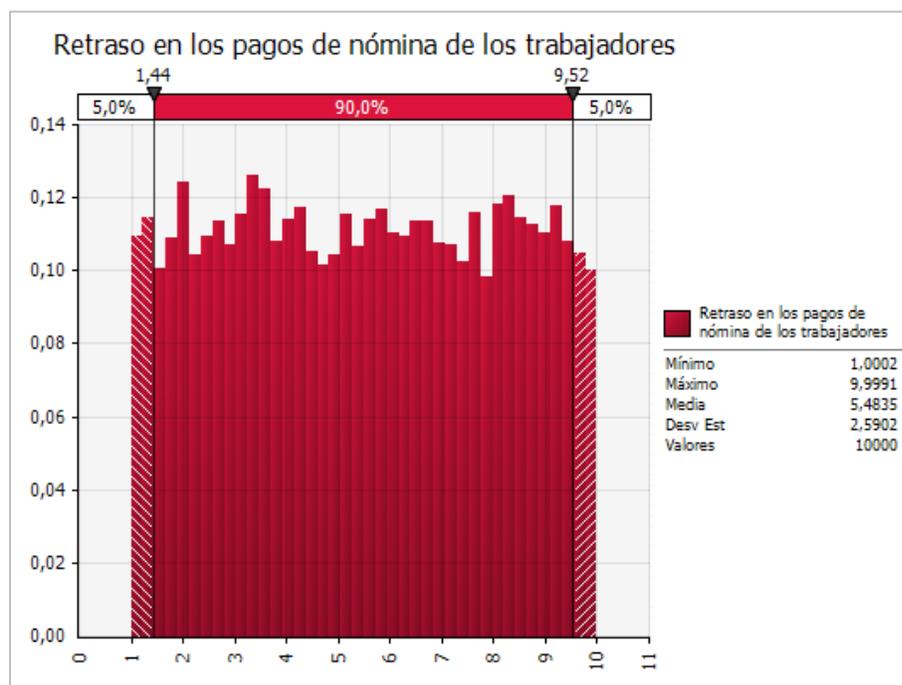
**Gráfico 28.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.62 y 8.89 con una media de 5.98; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.29, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1.88, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 31,4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que los contratistas no realizan revisiones periódicas de costos, activos y pasivos de sus empresas, lo que no permite tener las cifras y porcentajes de ganancias y pérdidas claras, lo cual genera un posible riesgo de liquidez para cumplir con las obligaciones y compromisos financieros en el corto plazo.

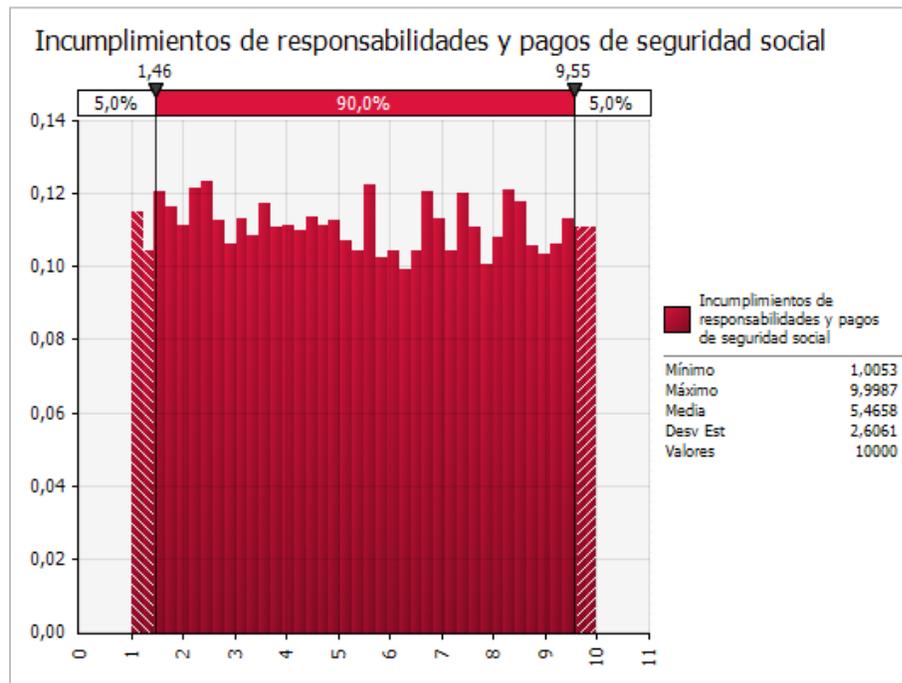
**Gráfico 29.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.44 y 9.52 con una media de 5.48; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0127, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.59, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47.2% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que los pagos de las actividades ejecutadas se realizan según avance de obra, con el fin de que el contratista cuente con la liquidez suficiente al momento de cubrir los gastos administrativos y salariales de su personal operativo y se controla así la materialización de incumplimientos de este tipo, que se han presentado históricamente en el gremio.

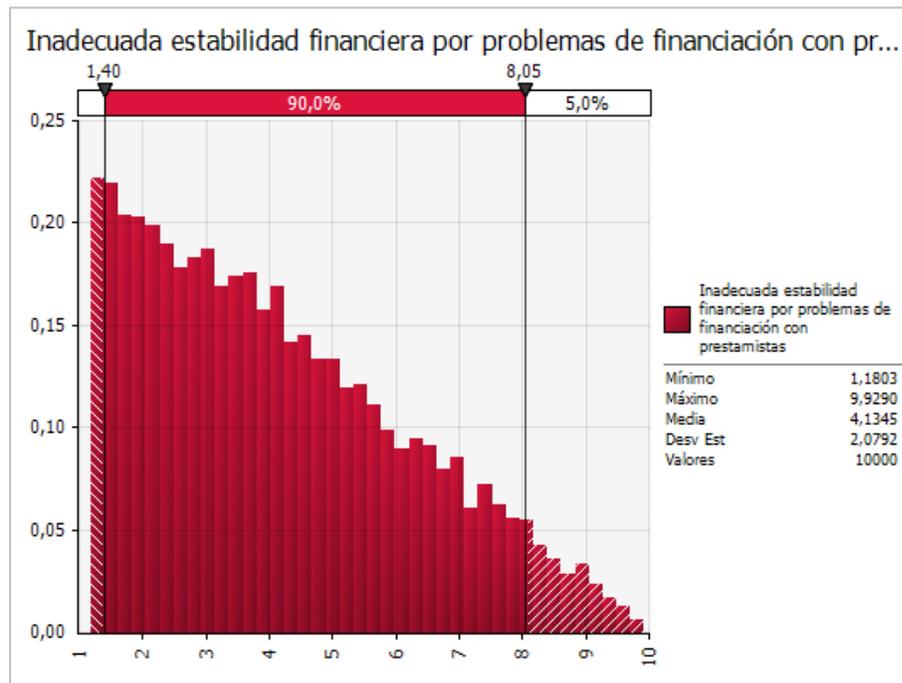
**Gráfico 30.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.46 y 9.55 con una media de 5.46; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0058, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.60, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47.61% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, porque hay evidencia de casos que históricamente se han presentado en el gremio por parte de los contratistas, no obstante, a través de los controles periódicos realizados por parte de las constructoras al grupo de trabajo de los contratistas, se evitan los incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social.

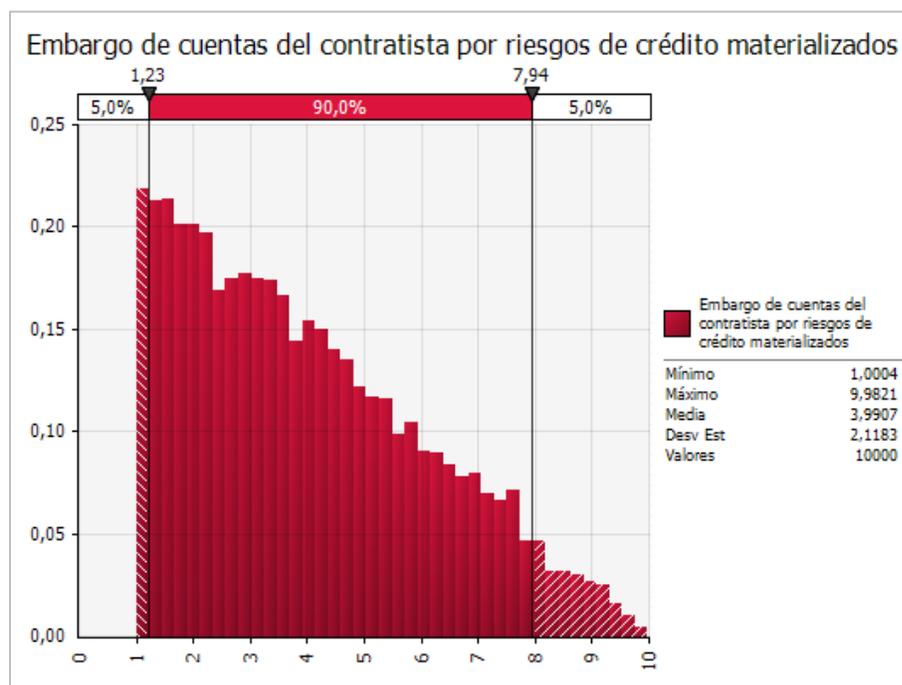
**Gráfico 31.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.40 y 8.05 con una media de 4.13; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.56, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.07, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 50,12% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a las medidas de prevención tomadas por parte de la constructora, respecto a las obligaciones contractuales definidas en los contratos y donde de manera habitual para el inicio de los proyectos, se adjudican anticipos a los contratistas, lo que evita iliquidez en el tiempo de ejecución de los proyectos y el desarrollo de los procesos constructivos.

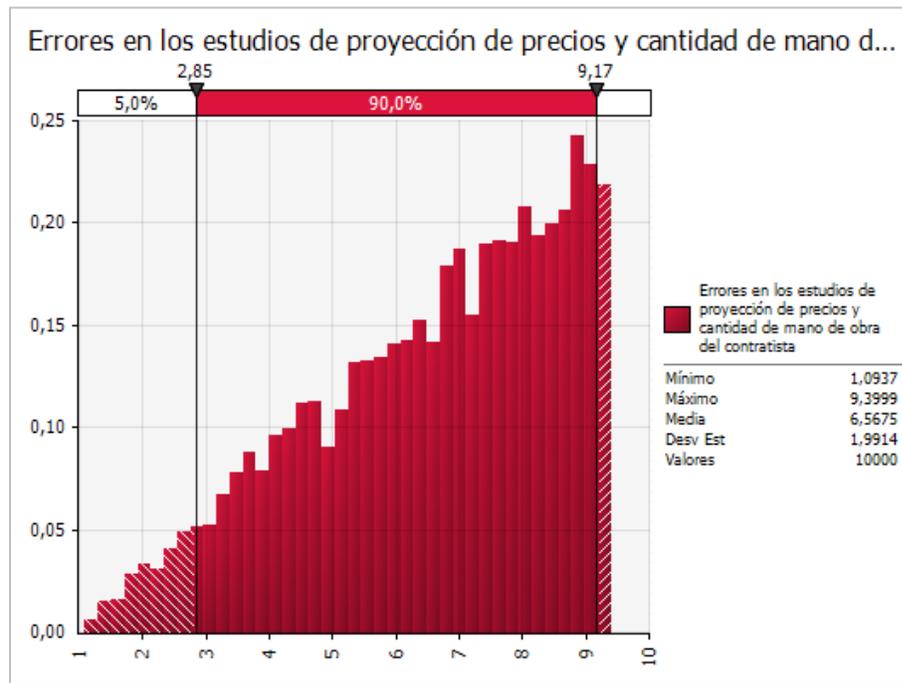
**Gráfico 32.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económicos y financieros de embargos de cuentas del contratista por riesgo de crédito materializados, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.23 y 7.94 con una media de 3.99; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.56, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.11, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 52.88% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que durante la adjudicación de los contratos se realizan estudios previos que indican la capacidad adquisitiva y de endeudamientos de los contratistas. Adicionalmente, si el proceso de embargo ocurre durante el tiempo de ejecución, se podrá recurrir a las pólizas emitidas para respaldar el proyecto.

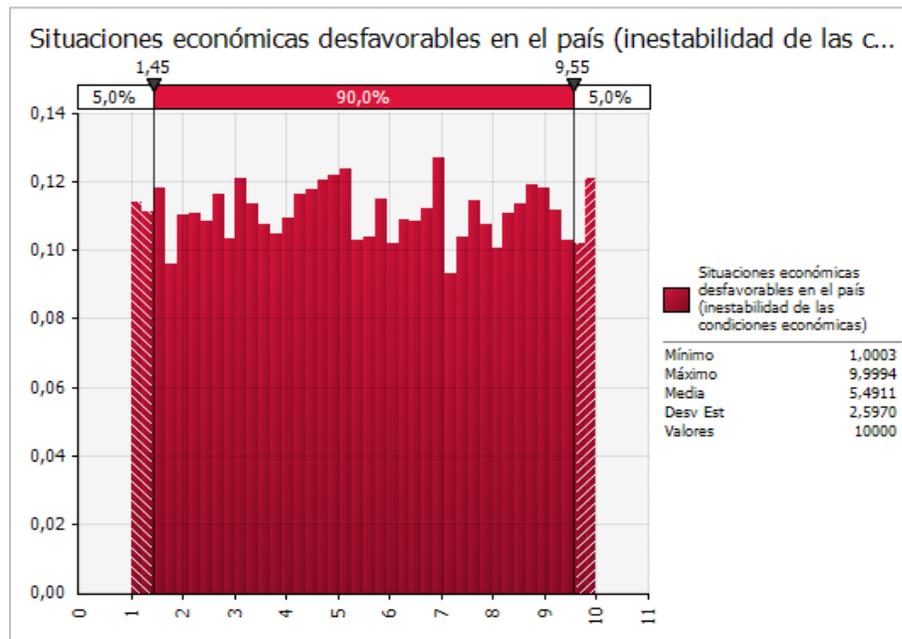
**Gráfico 33.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.85 y 9.17 con una media de 6.56; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.58, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 1,99, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 30,3% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia alta, debido a que la falta de experiencia administrativa y de análisis de precios unitarios, por parte del contratista, dificulta la proyección de precios y cantidades acertadas para el inicio de un proyecto.

**Gráfico 34.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas)



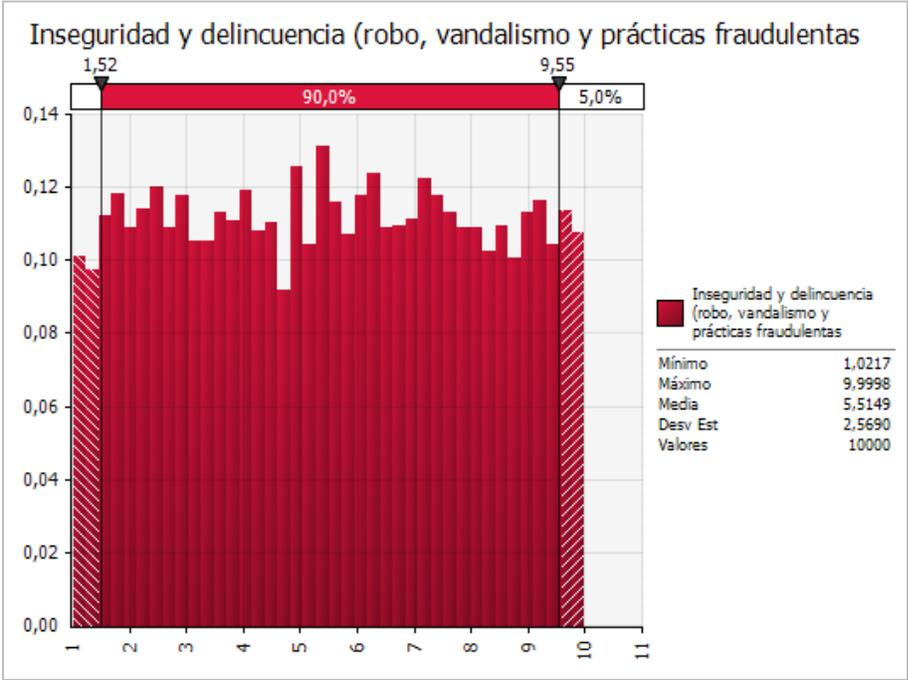
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo económico y financiero de situaciones económicas desfavorables en el país, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.45 y 9.55 con una media de 5.49; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0078, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.59, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47.17% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que la construcción es uno de los sectores más estables de la economía del país, con capacidad de adaptación ante situaciones de riesgo económico y financiero; no obstante, ante situaciones de mercado inusuales como el cisne negro de la pandemia por coronavirus, que se tradujo en su etapa inicial en cierres de los proyectos de construcción para evitar contagios y cumplir con las disposiciones normativas emitidas y exigidas por parte del gobierno nacional, se tuvo

un impacto financiero y en tiempos relevante, lo cual equilibró en el año 2020 la probabilidad de ocurrencia de este riesgo.

5.2.1.6. Riesgos sociales

**Gráfico 35.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas)

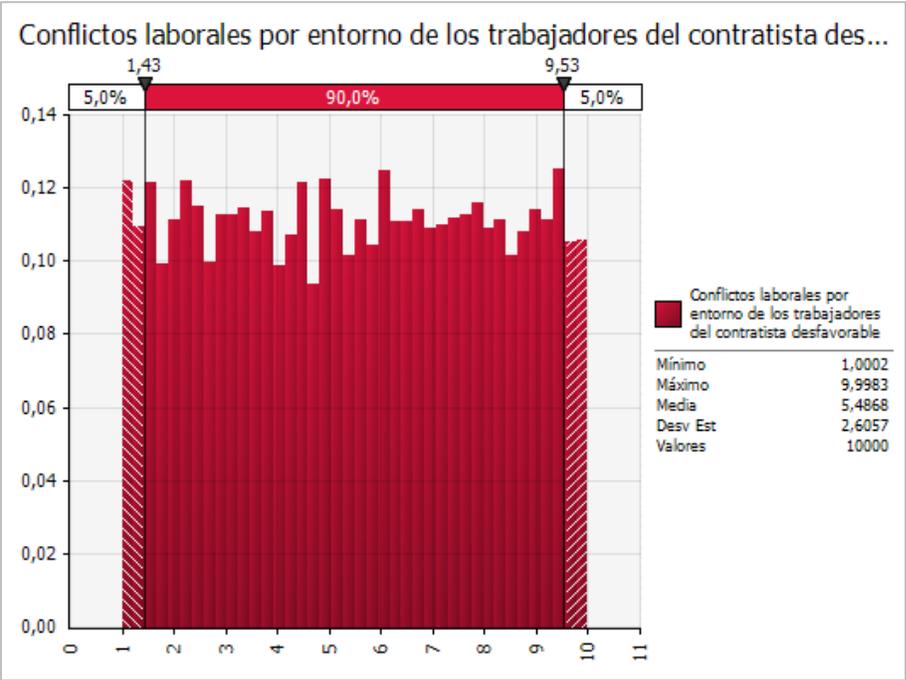


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo social de inseguridad y delincuencia, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.52 y 9.55 con una media de 5.51; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0220, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.56, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 46.46% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a la falencia por parte de los contratistas a la hora de seleccionar el

personal; ya que no cumplen con un proceso completo de identificación y referenciación de sus trabajadores antes de realizar los procesos de contratación y afiliación.

**Gráfico 36.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable



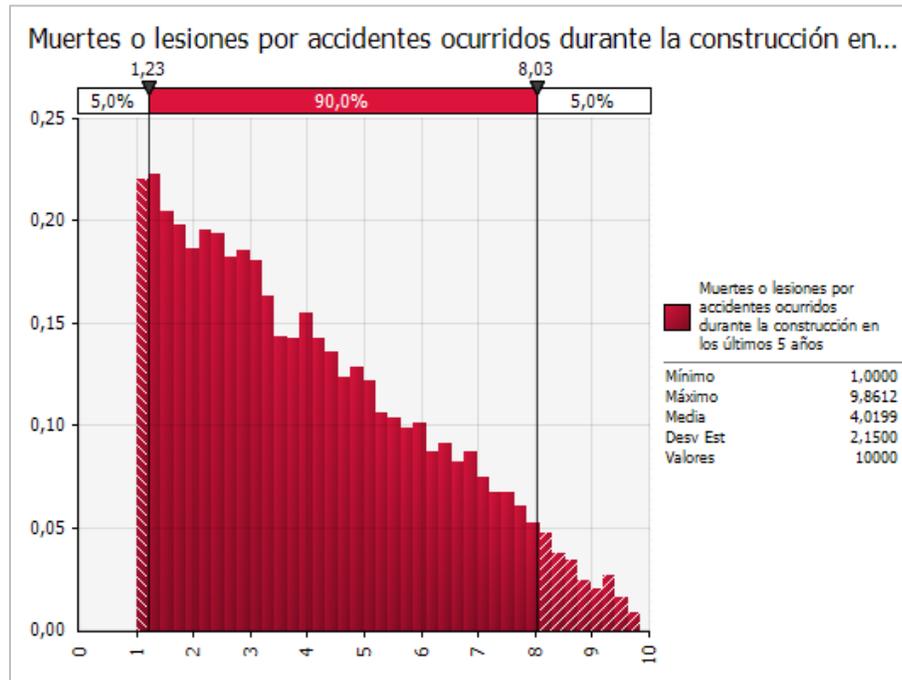
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo social de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.43 y 9.53 con una media de 5.48; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0020, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.60, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47.44% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, debido a que la constructora, por medio de los encargados por actividades, es capaz de identificar posibles

conflictos en el proceso, ante el trabajo bajo presión del personal del contratista, que se presenta normalmente en las construcciones.

### 5.2.1.7. Riesgos de salud y seguridad

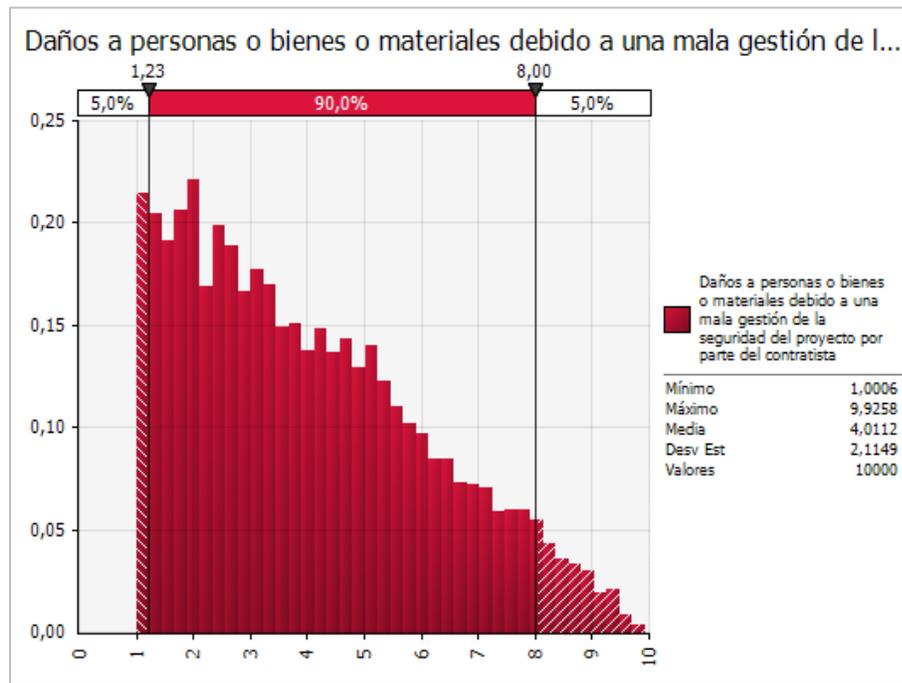
**Gráfico 37.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo salud y seguridad de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.23 y 8.03 con una media de 4.02; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.57, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.15, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 53.48% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que el sector está altamente reglamentado y capacitado para evitar que durante el cumplimiento de sus funciones se generen accidentes de gran complejidad y letales.

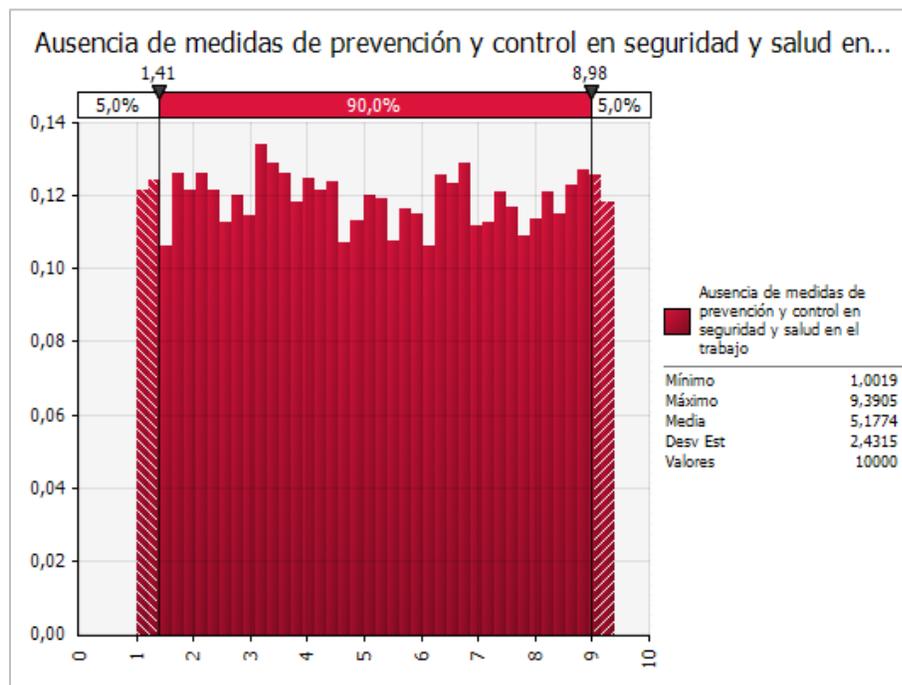
**Gráfico 38.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de Daños a personas o bienes o materiales, debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo salud y seguridad de daños a personas, bienes o materiales, debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.23 y 8.00 con una media de 4.01; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.59, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.11, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 52.61% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia baja, debido a que siempre se realiza un acompañamiento permanente por parte de la constructora, para evitar que se generen daños a terceros que puedan perjudicar los proyectos y las partes involucradas.

**Gráfico 39.** Probabilidad de ocurrencia del riesgo de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

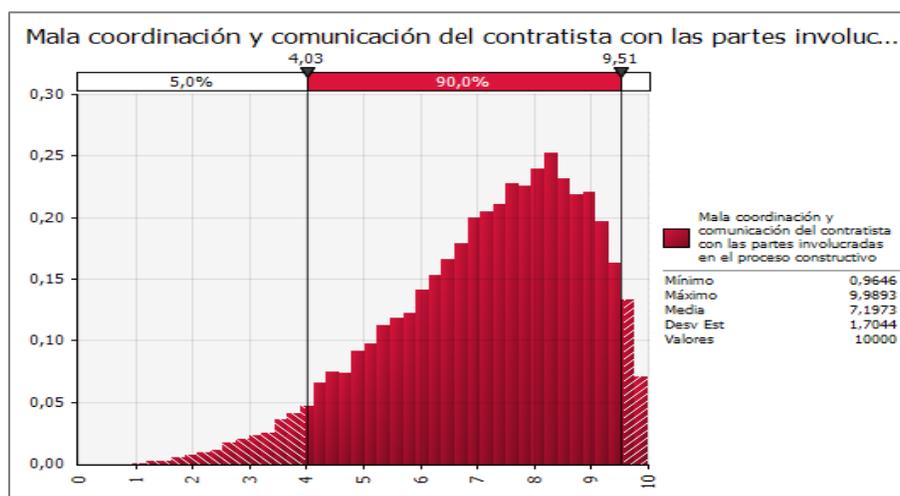
El gráfico de probabilidad de ocurrencia del riesgo de salud y seguridad de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.41 y 8.98 con una media de 5.17; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0126, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de ocurrencia del riesgo. La desviación estándar de los datos es de 2.43, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 47% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media en los procesos constructivos ejecutados, dado que a pesar de la existencia de controles y capacitaciones por parte de los contratistas y las constructoras, el personal operativo aún no tiene la conciencia del autocuidado ante situaciones de riesgos, obviando en muchos casos las medidas de salud y seguridad.

### 5.2.2. Análisis de impacto

En este estudio, se entiende el impacto como la consecuencia que origina la materialización del riesgo en el presupuesto de la obra, en un rango de 0 a 10. Dichas consecuencias, de acuerdo a nuestro marco teórico, pueden impactar los costos y tiempos de la obra de manera leve o de manera crítica, acorde a las circunstancias del evento. Los resultados de los riesgos medidos para un total de 10.000 iteraciones es el siguiente:

#### 5.2.2.1. Riesgos administrativos

**Gráfico 40.** Probabilidad de impacto del riesgo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo

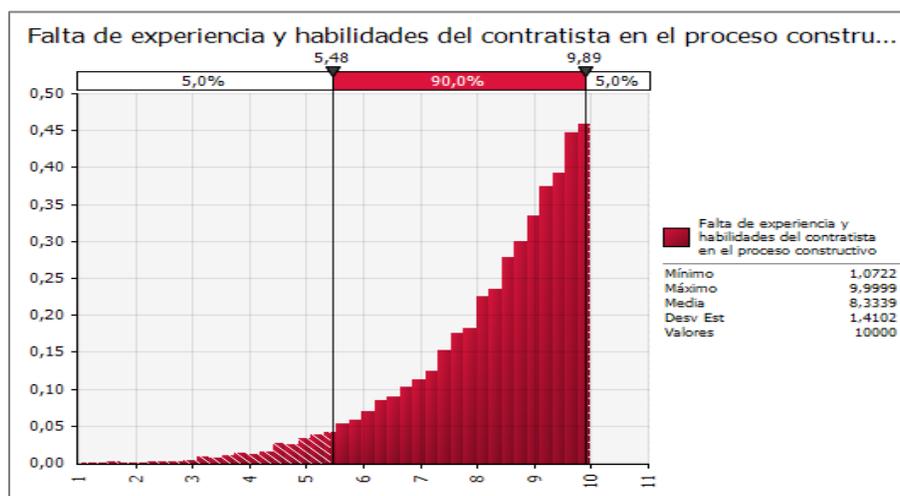


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.03 y 9.51 con una media de 7.19; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.65, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.70, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos

analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo tiende a tener un alto impacto en el presupuesto de la obra, a razón de los reprocesos y demora en la terminación de las actividades de los procesos constructivos, debido a la poca coordinación y comunicación errónea del contratista con las partes claves de dichos procesos, ya sea con la constructora o procesos subcontratados.

**Gráfico 41.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 5.48 y 9.89 con una media de 8.33; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -1.17, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.41, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 16.9% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo tiende a tener un alto impacto en el presupuesto de la obra, a razón de los reprocesos por falta de experiencia del contratista en el proceso constructivo (cimentación, estructura o mampostería) que esté ejecutando, así como el

desperdicio de materiales que genera realizar una actividad de forma errada por desconocimiento del proceso.

**Gráfico 42.** Probabilidad de impacto del riesgo de planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente

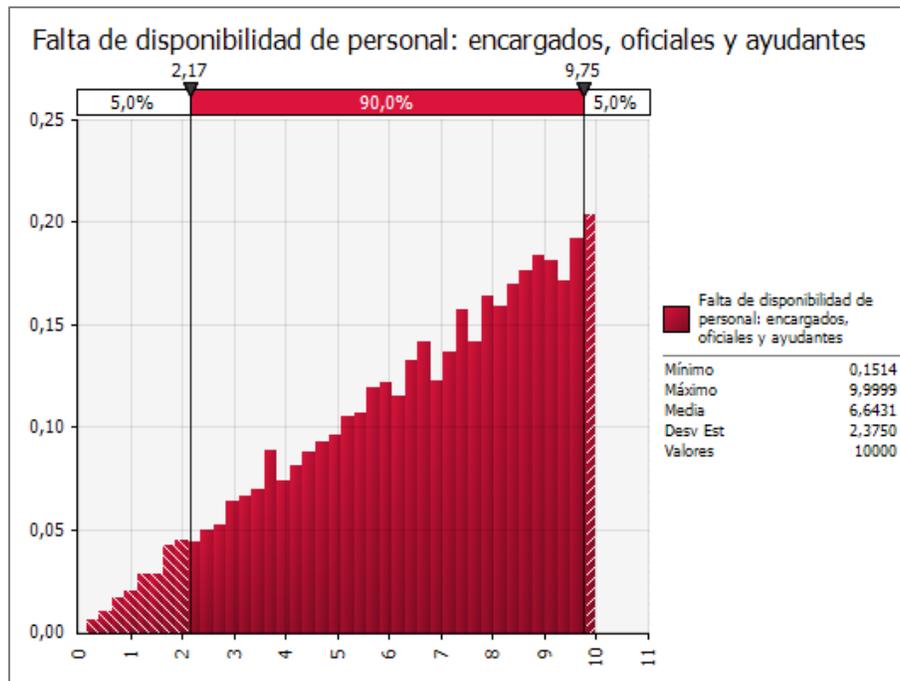


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.19 y 9.75 con una media de 6.65; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.37, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto de este riesgo es alto en el presupuesto de la obra, porque la cantidad de materiales y mano de obra presupuestada no alcanza a cubrir de forma efectiva los requerimientos operativos del proceso constructivo y genera ausencia de liquidez

o, por el contrario, se sobrepresupuesta la obra por parte del contratista, lo cual genera sobrecostos a la constructora en el rubro de mano de obra contratada.

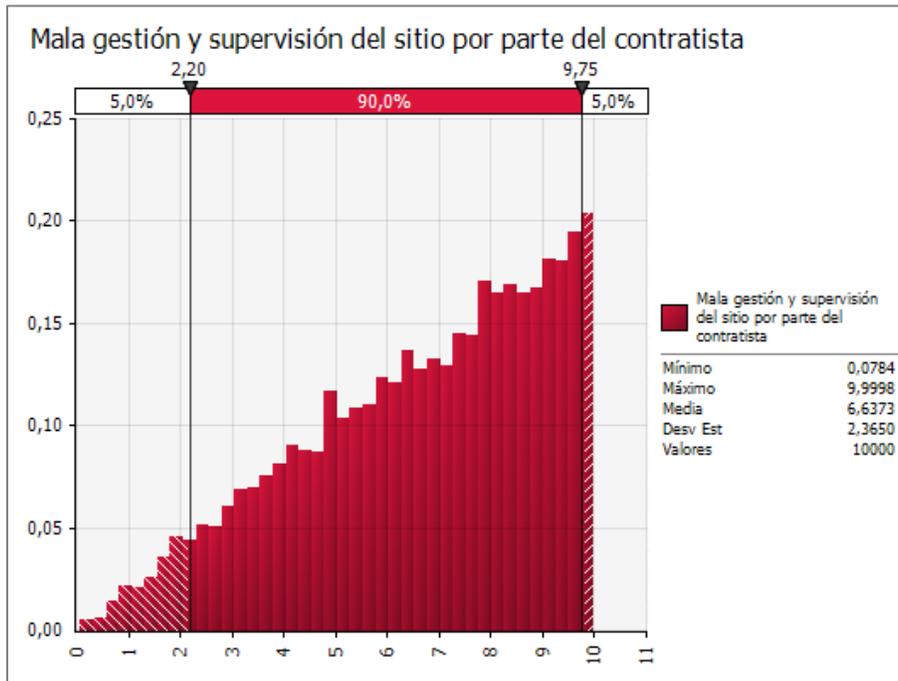
**Gráfico 43.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.17 y 9.75 con una media de 6.64; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.58, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.37, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto de este riesgo se debe principalmente a las consecuencias en tiempos de ejecución de trabajos presupuestados por falta de disponibilidad de personal operativo clave, que finalmente repercute en unos costos financieros ocultos.

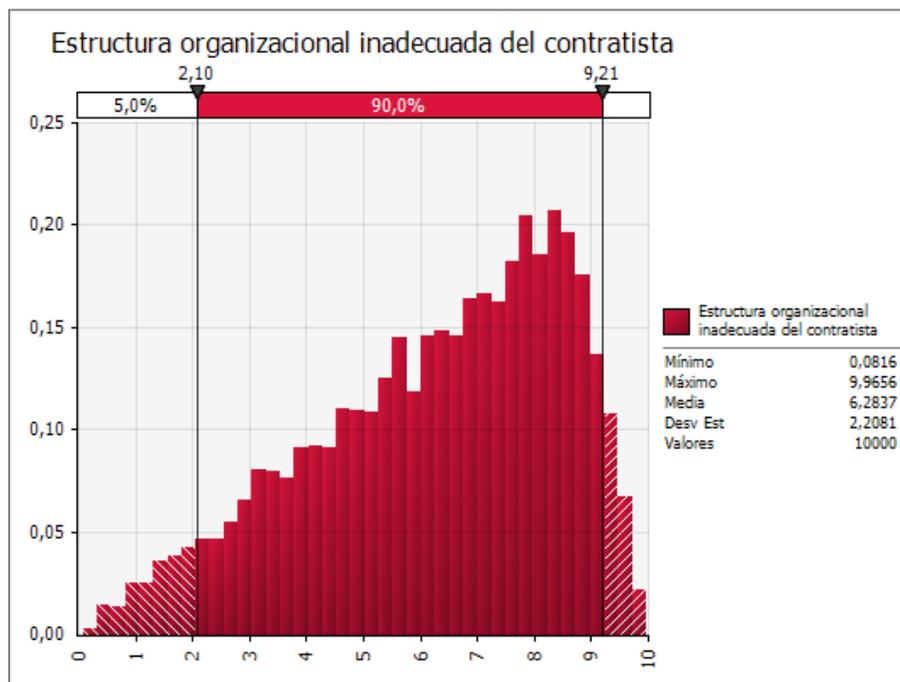
**Gráfico 44.** Probabilidad de impacto del riesgo de mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.20 y 9.75 con una media de 6.63; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.36, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los reprocesos operativos que genera la ausencia de supervisión del personal de obra y también de los costos administrativos que genera la mala gestión del sitio, respecto a transporte de materiales y condiciones ambientales no favorables para los trabajadores a cargo del contratista, que generan incumplimientos en tiempos de entrega.

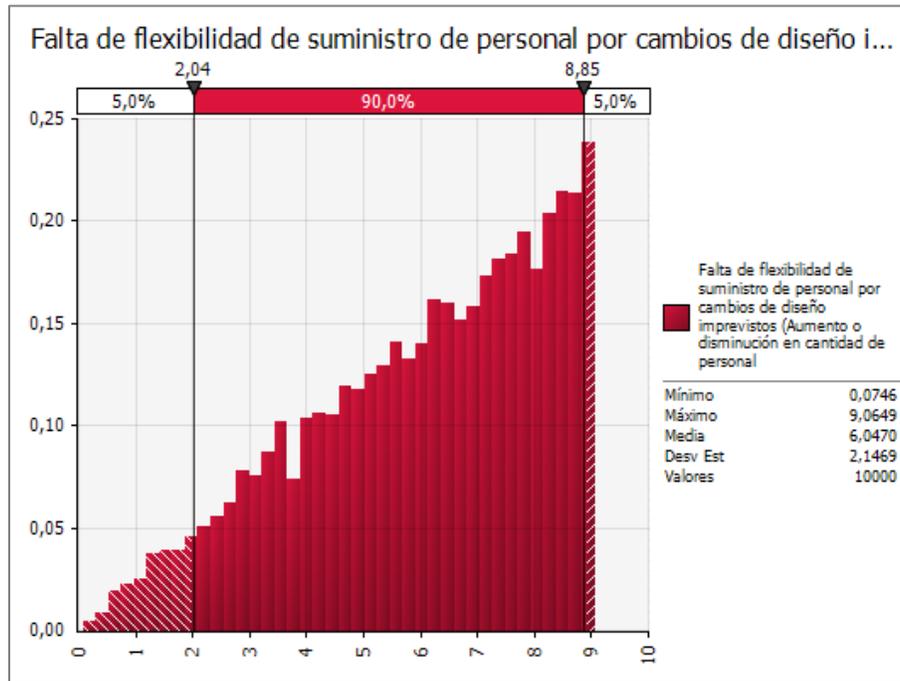
**Gráfico 45.** Probabilidad de impacto del riesgo de estructura organizacional inadecuada del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de estructura organizacional inadecuada del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.10 y 9.21 con una media de 6.28; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.51, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de que el riesgo tenga un impacto fuerte sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.20, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto es alto y se da principalmente en los reprocesos operativos que genera la ausencia de supervisión del personal de obra, así como la inadecuada segregación de funciones operativas y administrativas por parte del contratista, que generan incumplimientos en tiempos de entrega, porque un sistema de control interno deficiente no permite la adecuada estructuración de actividades y/o procesos.

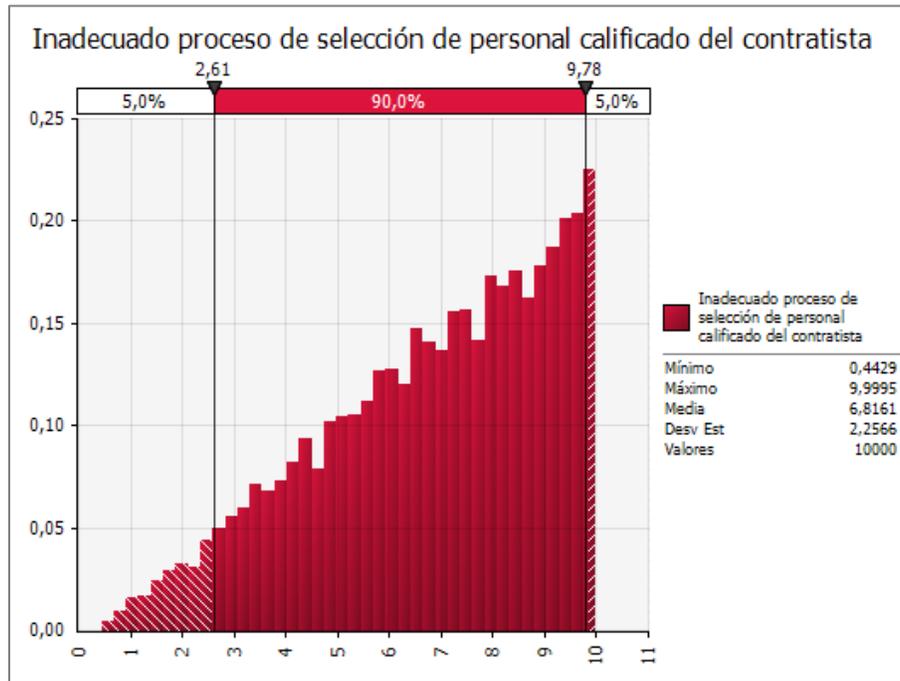
**Gráfico 46.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (aumento o disminución en cantidad de personal), fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.04 y 8.85 con una media de 6.04; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.14, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto está enfocado principalmente a los costos administrativos que generan la ausencia de la correcta gestión de personal de obra, según los requerimientos del diseño de los procesos constructivos a cargo del contratista, donde en periodos cortos de tiempo se generan cambios sustanciales que requieren de una flexibilidad y resiliencia operacional por parte del contratista.

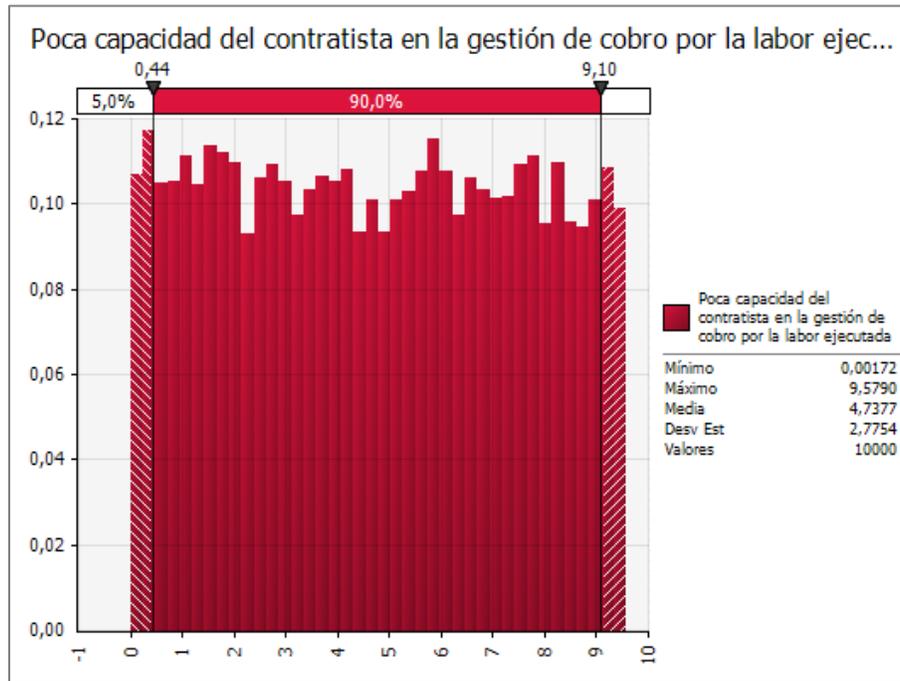
**Gráfico 47.** Probabilidad de impacto del riesgo de inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.61 y 9.78 con una media de 6.81; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de que el riesgo tenga un impacto fuerte sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.25, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 33% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto está enfocado principalmente en los sobrecostos que genera la pérdida de productividad durante el proceso de construcción. Esta pérdida es normal en las nuevas incorporaciones, pero si la curva de aprendizaje es demasiado lenta, es muy posible que la rentabilidad de la operación pueda verse seriamente dañada y provocar un retraso en el cronograma de la obra; adicionalmente, los costos administrativos que suponen la selección y contratación ante un eventual despido es otro punto importante.

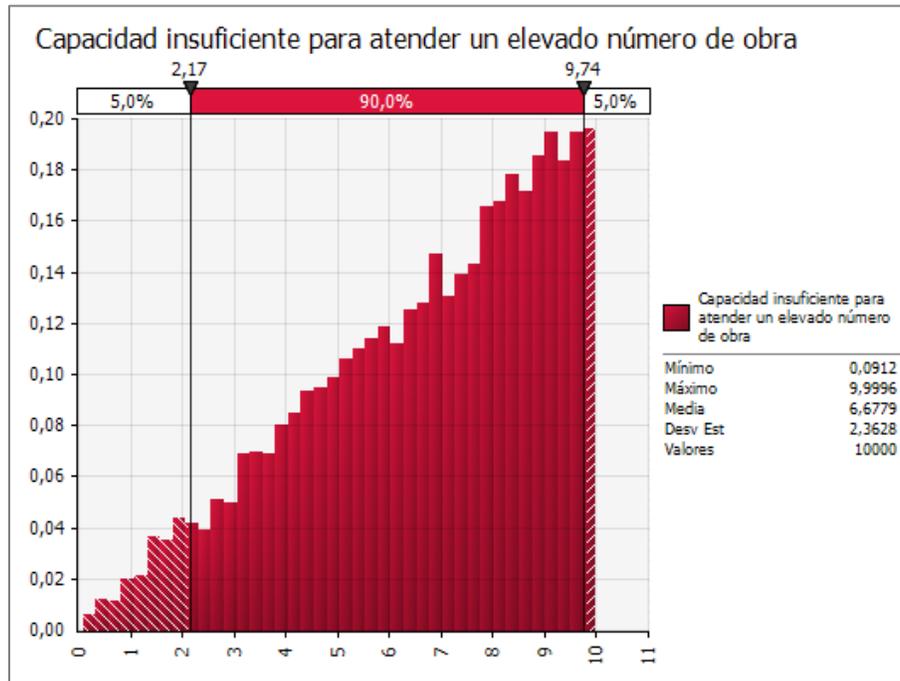
**Gráfico 48.** Probabilidad de impacto del riesgo de Poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.44 y 9.10 con una media de 4.73; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.009, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.77, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 58.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El impacto está enfocado principalmente en la ausencia de liquidez para dar cumplimiento a las obligaciones contractuales por parte del contratista y las posibles consecuencias legales y operativas con sus trabajadores por la falta de nómina.

**Gráfico 49.** Probabilidad de impacto del riesgo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra

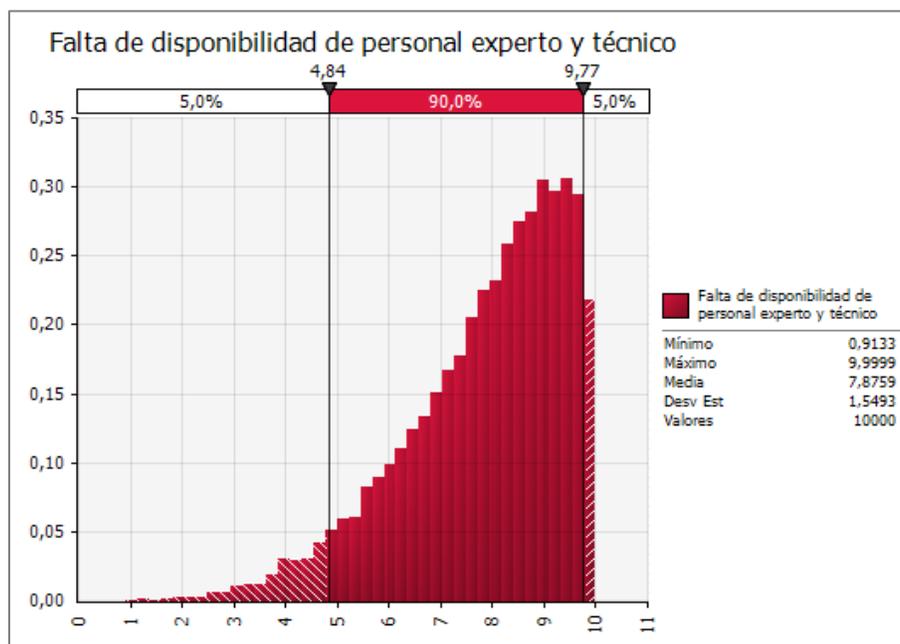


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo administrativo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.17 y 9.74 con una media de 6.67; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.36, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.3% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los costos financieros que produce el incumplimiento al cronograma de las obras de construcción ejecutadas por el contratista, al abarcar gran cantidad de obras y, está soportado también, al ciclo operativo de recaudo de capital, que no le permita cumplir al tiempo sus obligaciones con un elevado número de trabajadores que decida contratar, por la cantidad de obras a su cargo.

### 5.2.2.2. Riesgos técnicos

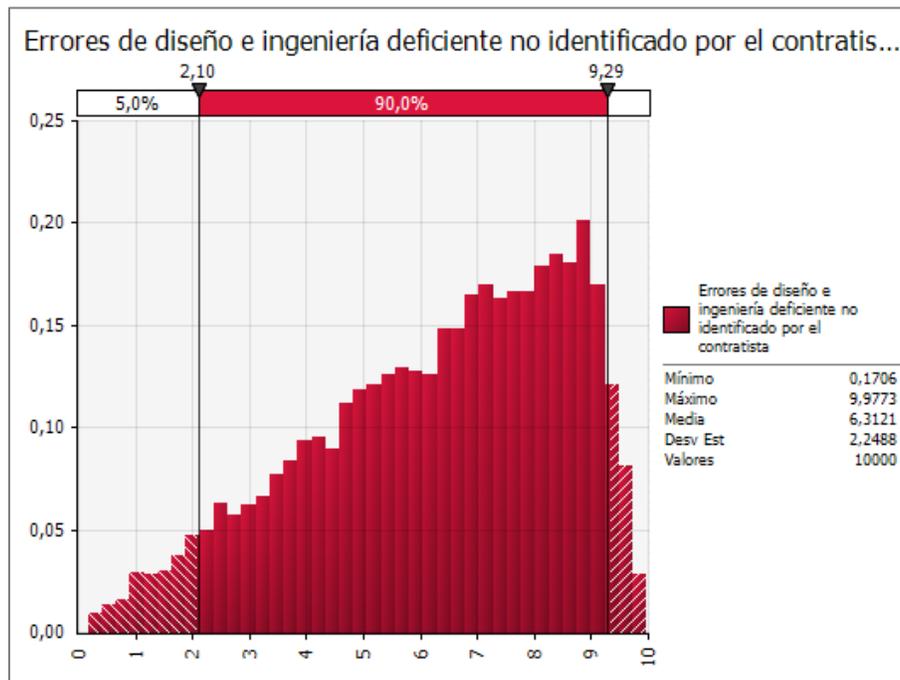
**Gráfico 50.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de disponibilidad de personal experto y técnico



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo de falta de disponibilidad de personal experto y técnico, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.84 y 9.77 con una media de 7.87; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.88, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.54, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 19.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo tiende a tener un alto impacto en el presupuesto de la obra, a razón de los reprocesos por falta de personal con experticia y conocimiento técnico en los procesos constructivos (cimentación, estructura o mampostería) que esté ejecutando, así como el desperdicio de materiales que genera realizar una actividad de forma errada por desconocimiento del proceso.

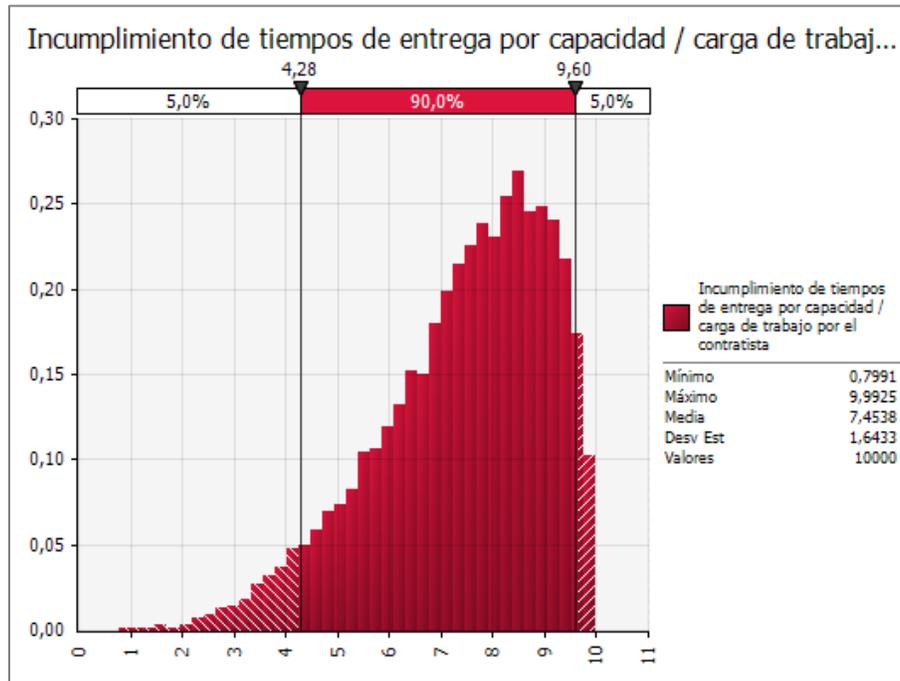
**Gráfico 51.** Probabilidad de impacto del riesgo de Errores de diseño e ingeniería deficiente no identificados por el contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo técnico de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.10 y 9.29 con una media de 6.31; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.24, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los costos financieros que producen los reprocesos operativos, a causa de errores en el diseño o ingeniería deficiente, sin ser identificados de manera oportuna por el contratista, así como el desperdicio de materiales utilizados ante una posible reestructuración del diseño del proceso constructivo y la mano de obra técnica adicional a contratar para evitar este tipo de riesgos.

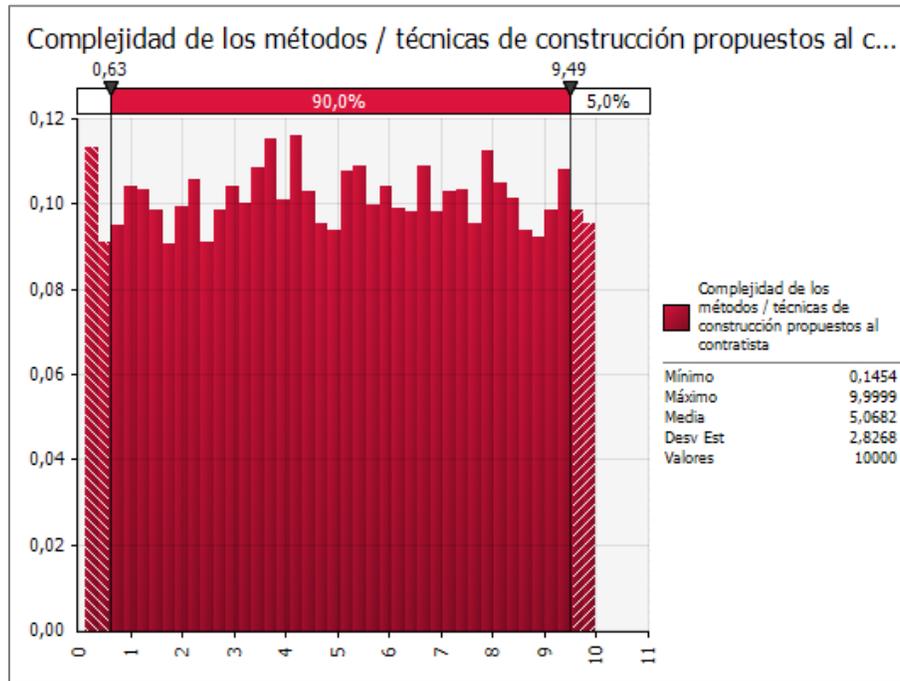
**Gráfico 52.** Probabilidad de impacto del riesgo de Incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo técnico de incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad o carga de trabajo por el contratista, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.28 y 9.60 con una media de 7.45; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.74, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.64, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 22% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. Este riesgo tiende a tener un alto impacto en el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que generan los retrasos en el cronograma y programación de obra del contratista respecto al presupuestado, adicionalmente, al personal operativo de la obra, pues a causa de la carga de trabajo, se puede tener consecuencias de renuncia por estrés laboral o reprocesos por ejecutar trabajos que técnicamente no cumplieron con los requerimientos legales.

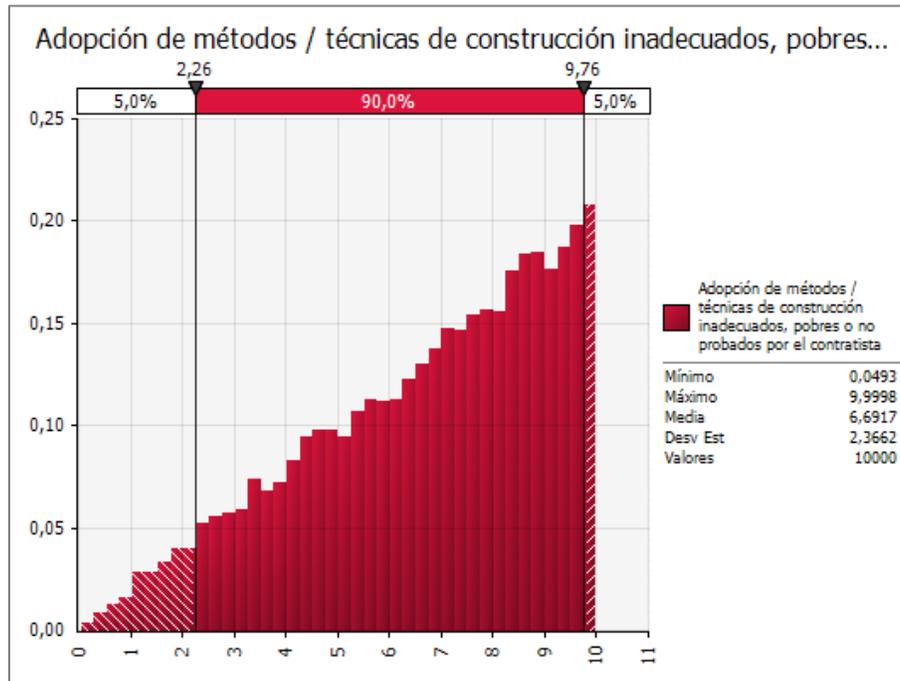
**Gráfico 53.** Probabilidad de impacto del riesgo de complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo técnico de complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.63 y 9.49 con una media de 5.06; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.007, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.82, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 55.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiende a tener un impacto medio o bajo en el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que genera el tiempo invertido en la curva de aprendizaje del contratista, respecto a la técnica o método de construcción solicitada en el proceso constructivo, además, es posible que genere la contratación de personal experto adicional y esto afectaría el presupuesto de mano de obra y los tiempos de entrega.

**Gráfico 54.** Probabilidad de impacto del riesgo de Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista

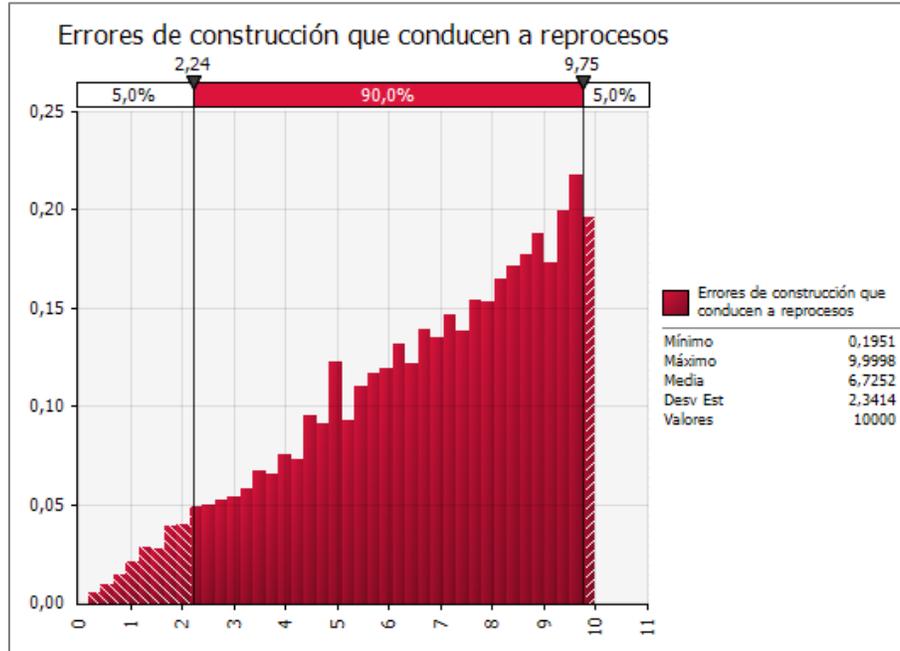


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo técnico de adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.26 y 9.76 con una media de 6.69; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.57, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.36, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.2% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los costos financieros que produce, los reprocesos operativos a causa de errores o daños por métodos de construcción inadecuados, así como el desperdicio de materiales utilizados ante una posible reestructuración del proceso constructivo ejecutado.

### 5.2.2.3. Riesgos operativos

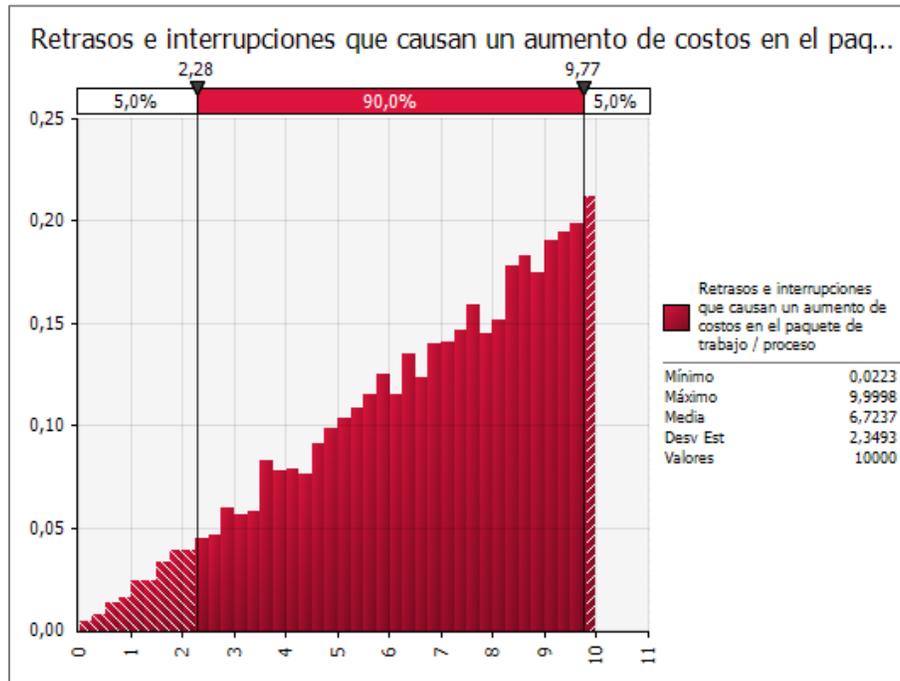
**Gráfico 55.** Probabilidad de impacto del riesgo de errores de construcción que conducen a reprocesos



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de errores de construcción que conducen a reprocesos, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.24 y 9.75 con una media de 6.72; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.58, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.34, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 34.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los costos financieros que producen los reprocesos en un proceso constructivo, acompañado del retraso en tiempos de entrega que generan estos errores y el desperdicio de materiales utilizados, se busca entonces subsanar el evento de riesgo operativo en el proceso constructivo, así como la mano de obra técnica adicional a contratar, para evitar este tipo de riesgos.

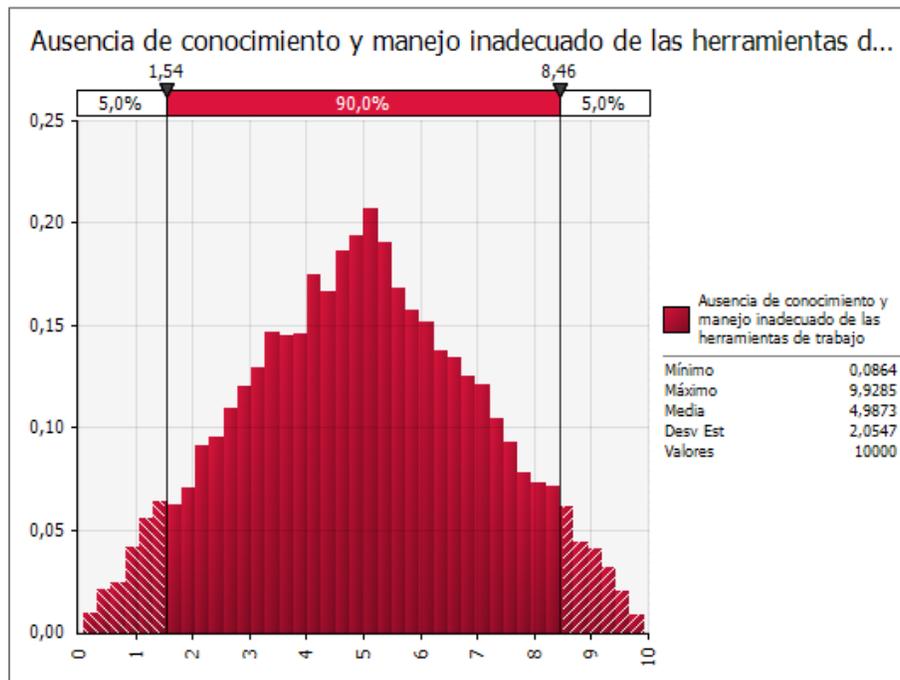
**Gráfico 56.** Probabilidad de impacto del riesgo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.28 y 9.77 con una media de 6.72; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.34, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 34.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiende a generar un impacto alto en los costos producidos por los retrasos en tiempos operativos del proyecto, que normalmente son producidos por eventos de riesgo operacional de la mano de obra a cargo del proyecto, sin embargo, hay factores externos que pueden producir este riesgo, como se evidencia ante las medidas de contingencia por coronavirus, que impactó las tasas de rentabilidad esperadas de los proyectos de construcción.

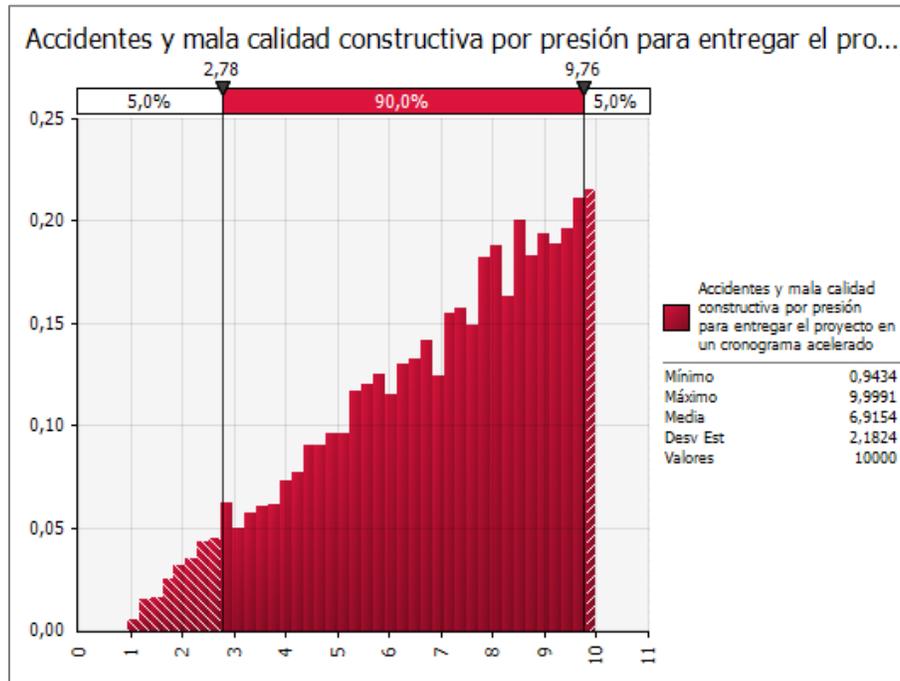
**Gráfico 57.** Probabilidad de impacto del riesgo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.54 y 8.46 con una media de 4.98; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.024, que muestra una concentración de los datos en el centro de los valores del rango analizado, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de que el riesgo tenga un impacto fuerte sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.05, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 41.1% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo es muy usual y tiende a generar un impacto medio en los costos producidos por los retrasos en tiempos del proyecto o posibles daños de las herramientas de trabajo, que normalmente son producidos por eventos de riesgo operacional de la mano de obra sin experiencia y sin buena mentoría de su equipo de trabajo.

**Gráfico 58.** Probabilidad de impacto del riesgo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado

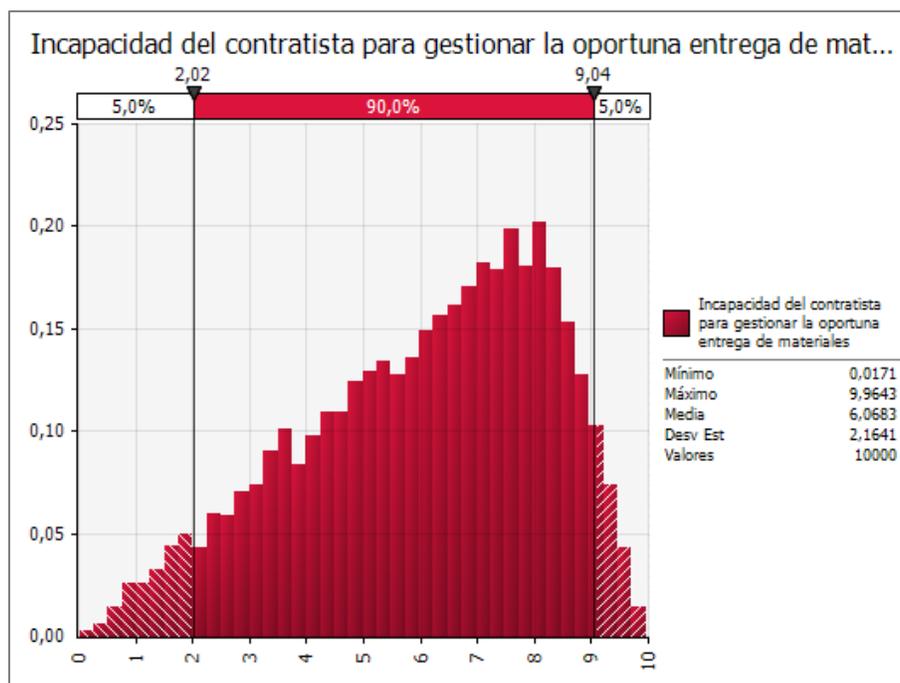


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.78 y 9.76 con una media de 6.91; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.18, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 31.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto que genera este riesgo es de suma importancia en cualquier proceso constructivo, porque afecta directamente la imagen de la constructora y el contratista, pues los costos producidos por una muerte o lesión de los trabajadores por accidentes, así como los costos financieros que producen ejecutar una obra de mala calidad, que después ponga en riesgo la vida de los habitantes, puede llegar a producir

la quiebra de la entidad. Es recomendable crear estrategias para modificar el cronograma, para no sacrificar la calidad del trabajo constructivo.

**Gráfico 59.** Probabilidad de impacto del riesgo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales

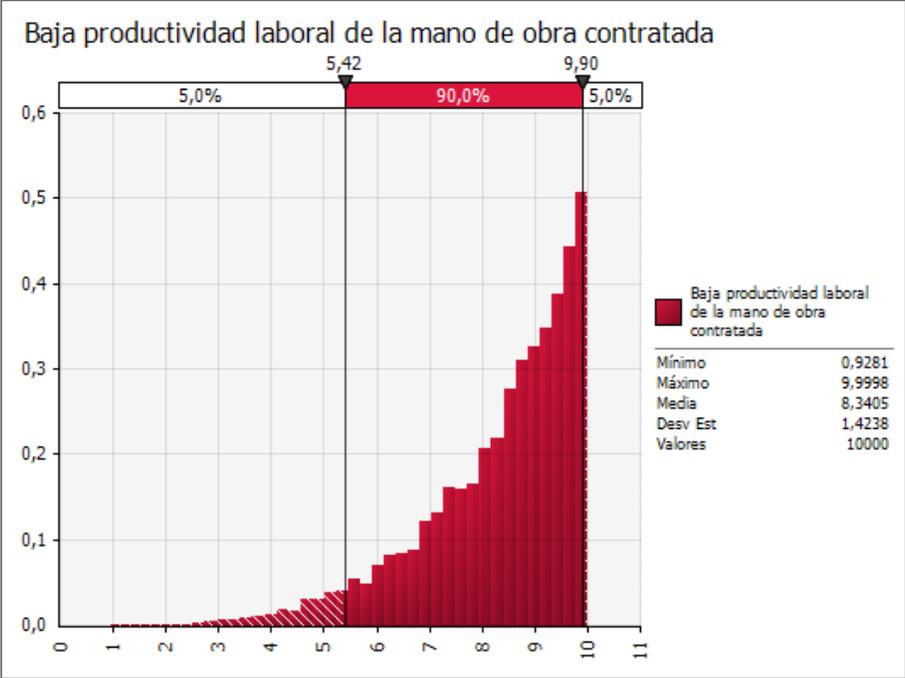


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.02 y 9.04 con una media de 6.06; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.50, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.16, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto se genera principalmente en los costos financieros que produce los retrasos operativos por falta de planeación en la entrega de materiales para ejecutar los

procesos de construcción, teniendo el personal contratado parado hasta que la entrega de materiales se haga efectiva.

**Gráfico 60.** Probabilidad de impacto del riesgo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada



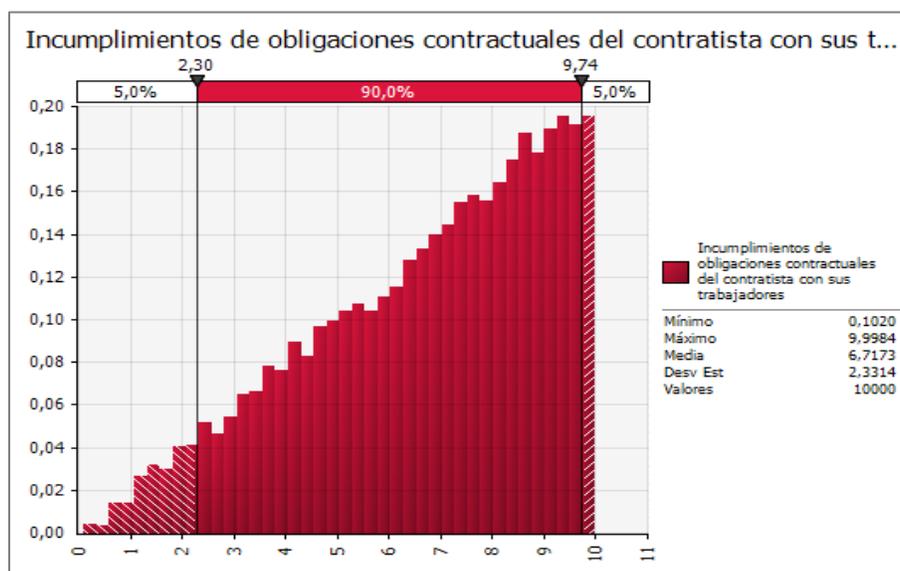
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo operativo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 5.42 y 9.90 con una media de 8.34; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -1.17, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.42, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 17% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El impacto de este riesgo operativo tiende a ser muy alto, porque la productividad es un indicador que impacta directamente la eficiencia de los procesos y actividades de un proyecto, la mano de obra al ser un costo variable de la obra, genera impactos financieros

tangibles al momento de hacer un análisis de costos y medir las ineficiencias o muda, ocasionada por la improductividad del personal contratado.

#### 5.2.2.4. Riesgos contractuales y legales

**Gráfico 61.** Probabilidad de impacto del riesgo de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores: Contractual y legal

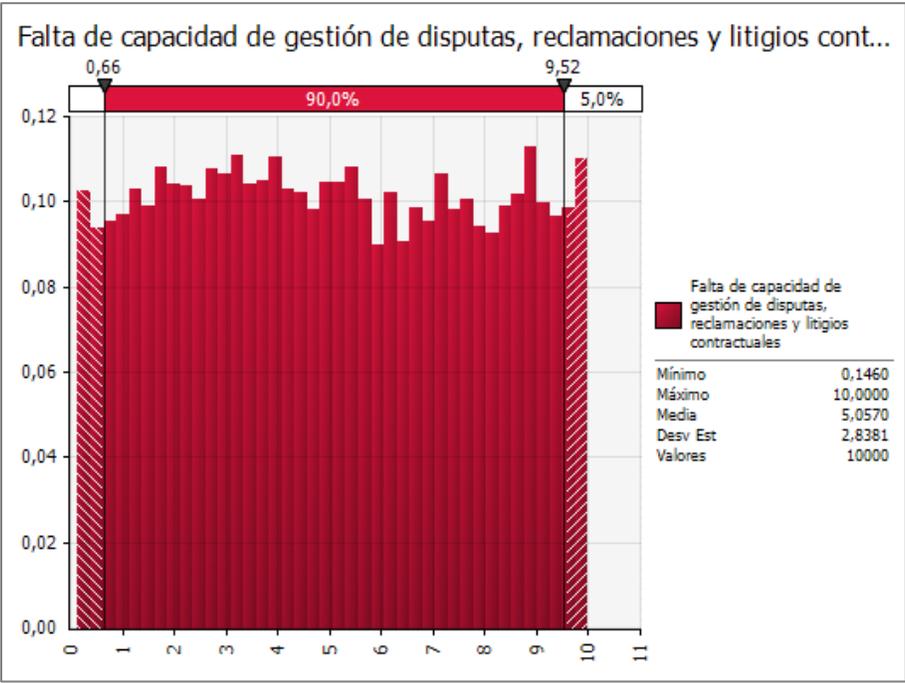


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo contractual y legal de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.30 y 9.74 con una media de 6.71; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.33, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 34.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto que genera este riesgo es de suma importancia en cualquier proceso constructivo, porque afecta directamente la imagen de la constructora y el contratista, en las posibles demandas que lleguen a medios públicos por parte de los

trabajadores a cargo del contratista, así como los costos financieros que producen una posible sentencia y solventar los riesgos asociados que se deriven de este incumplimiento, que pueden llegar a producir el cese de operaciones de la entidad.

**Gráfico 62.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales

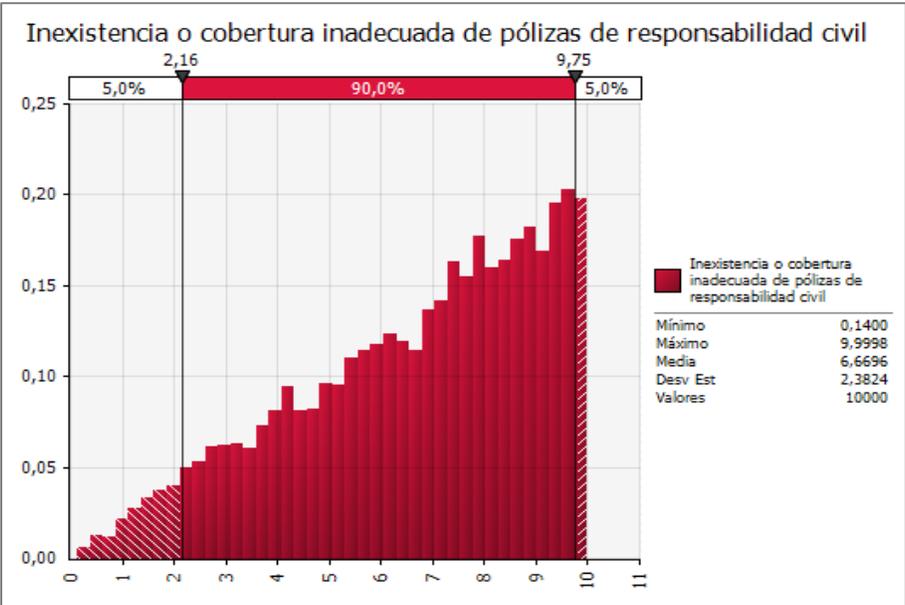


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo contractual y legal de falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.66 y 9.52 con una media de 5.05; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0041, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.83, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 56% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiende a tener un impacto medio o bajo en el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que genera la

gestión y asesoría legal en posibles demandas, disputas, reclamaciones y litigios interpuestos por algún empleado o tercero, no obstante, normalmente se cuenta con profesionales en el mercado que puedan disminuir el impacto de este riesgo a medio o bajo.

**Gráfico 63.** Probabilidad de impacto del riesgo de Inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil

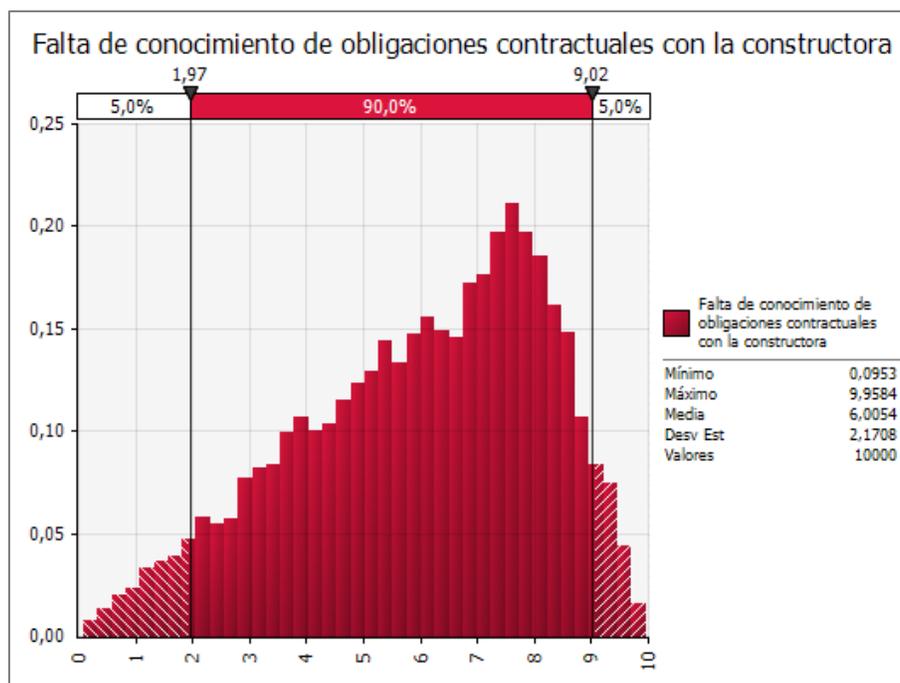


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo contractual y legal de inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.16 y 9.75 con una media de 6.66; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.54, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.38, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto que genera este riesgo es de suma importancia en un proyecto de construcción, porque las consecuencias producto de la inexistencia o ineficacia de una póliza de seguro de responsabilidad ante un daño a terceros involucrados con la operación de la obra, representa generalmente una pérdida financiera considerable para

el contratista, y afecta de manera consecuente a la constructora, por responder solidariamente en la reparación de daños que pueden estar asociados a accidentes y muertes, entre otros.

**Gráfico 64.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora

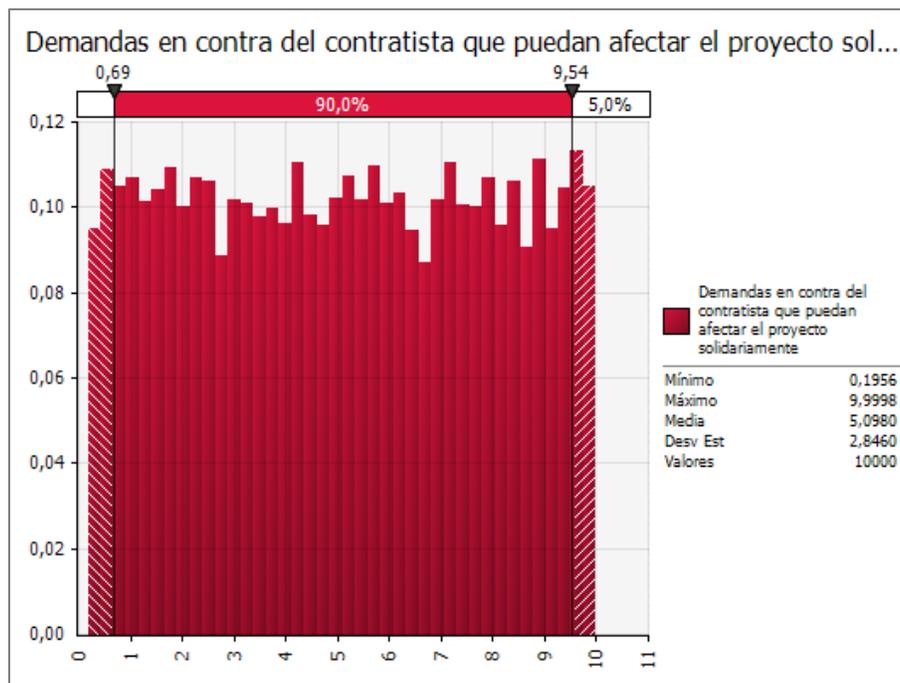


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo contractual y legal de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.97 y 9.02 con una media de 6.0; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.50, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.17, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 36.1% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto que genera este riesgo es relevante en términos de conflictos de interés y posibles disputas por ausencia de conocimiento de las obligaciones contractuales en cabeza del contratista y que serán demandas por parte de la constructora en

cumplimiento de lo pactado en el contrato, esto generalmente conduce a reprocesos operativos para enmendar el proceso constructivo ejecutado.

**Gráfico 65.** Probabilidad de impacto del riesgo de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente



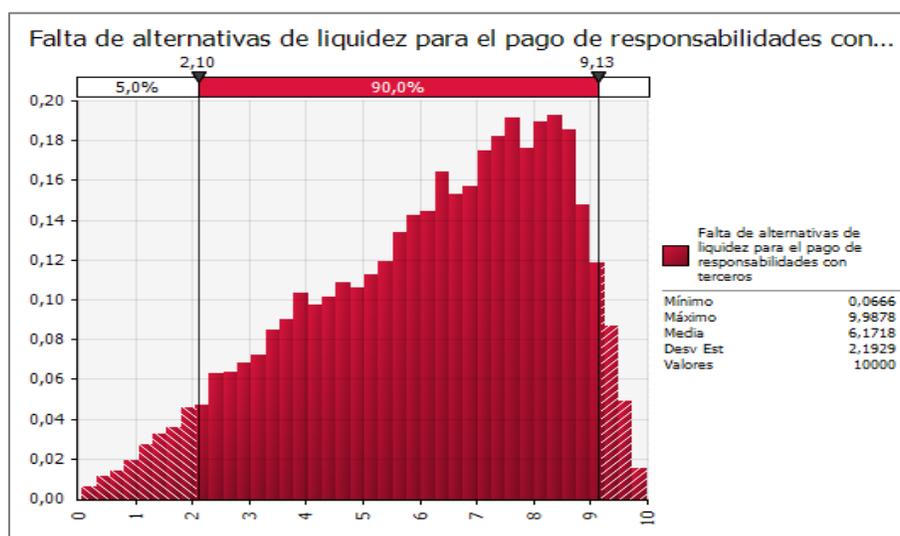
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo contractual y legal de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.69 y 9.54 con una media de 5.09; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0083, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.84, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 55.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiende a tener un impacto moderado en el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que genera responder solidariamente las demandas impartidas al contratista y la asesoría legal

que conlleva poder defender los intereses del proyecto y los terceros involucrados, no obstante, normalmente se cuenta con profesionales en el mercado que puedan disminuir el impacto de este riesgo y evitar que sea alto para el presupuesto proyectado y ejecutado.

#### 5.2.2.5. Riesgos económicos y financieros

**Gráfico 66.** Probabilidad de impacto del riesgo de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros

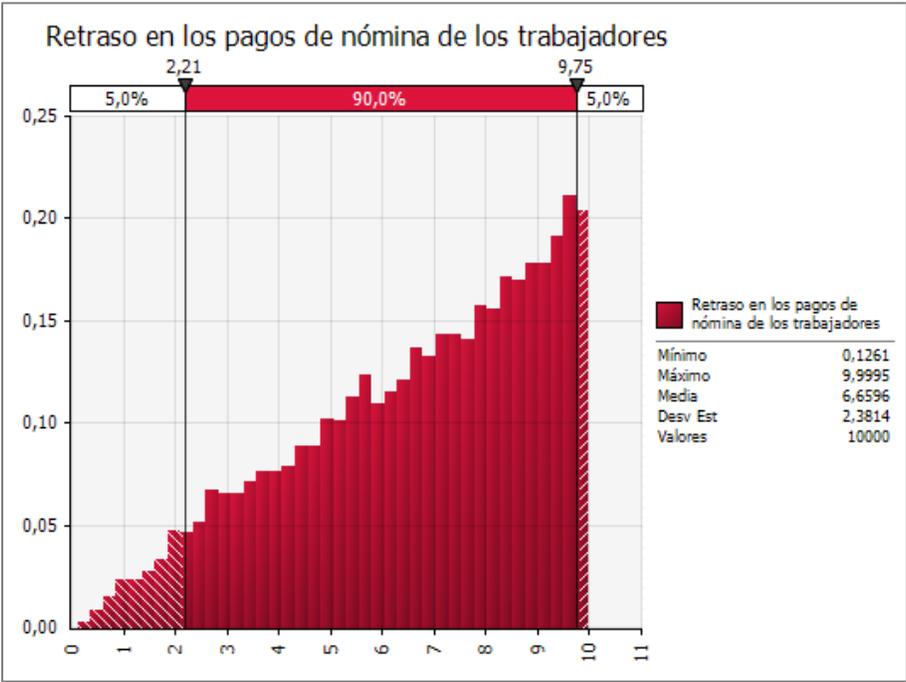


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.10 y 9.13 con una media de 6.17; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.49, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.19, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.4% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto financiero generado por este riesgo es significativo para el desarrollo óptimo de los procesos constructivos evaluados, porque el incumplimiento de pago a terceros por falta de liquidez afecta inmediatamente el capital operativo neto de la

obra, especialmente el cese de actividades de la mano de obra, e imposibilita el pago a proveedores en el corto plazo, que finalmente termina repercutiendo en incumplimiento de pago de salarios con trabajadores y, a priori, demoras en las entregas de acuerdo con el cronograma presupuestado del proyecto.

**Gráfico 67.** Probabilidad de impacto del riesgo de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores

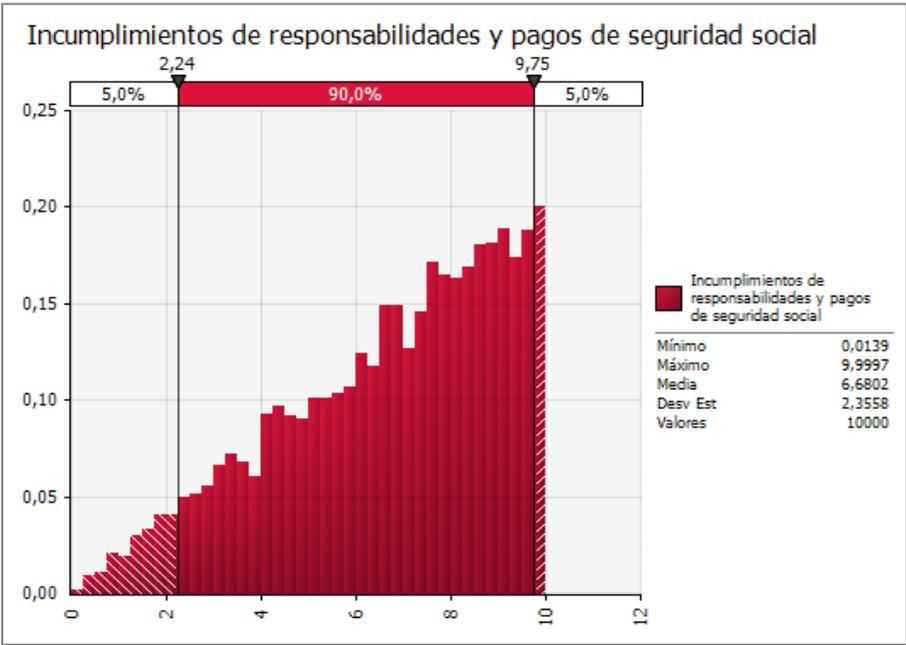


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.21 y 9.75 con una media de 6.65; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.38, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto generado por este riesgo está dado en términos de sobrecostos por multas, tiempo

productivo del proyecto malgastado y pérdida de credibilidad en la labor del contratista, que genera deserción de los trabajadores claves del proceso constructivo y, posteriormente, posibles demandas amparadas por la ley laboral, que generen salidas de recursos por parte del presupuesto de la obra. Adicionalmente, ante una auditoría normativa, es posible que genere algún acto administrativo importante, que afecte los intereses financieros esperados.

**Gráfico 68.** Probabilidad de impacto del riesgo de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social

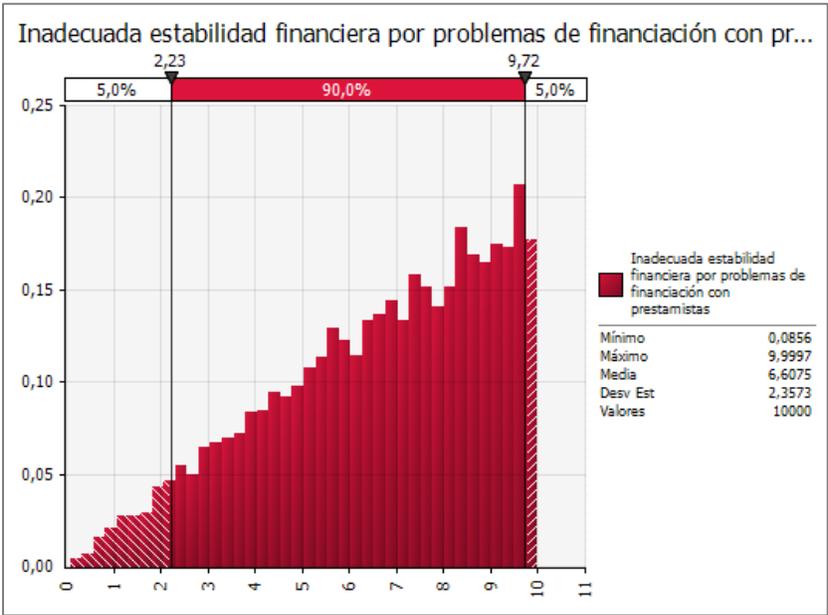


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.4 y 9.75 con una media de 6.68; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.35, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.1% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto financiero generado por este riesgo es relevante en

la contratación de mano de obra, dado que el contratista estaría obligado a pagar sanciones a las entidades de seguridad social y parafiscal, cancelar onerosas multas a la UGPP y a la DIAN, pagar salarios mayores a lo devengado por los empleados y, sobre todo, causar inconformidad general en el proyecto de construcción y perder la credibilidad ante sus trabajadores, que provocaría consecuencias directas en la eficiencia operativa del proceso constructivo por gestionar la nómina de manera incorrecta.

**Gráfico 69.** Probabilidad de impacto del riesgo de Inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas

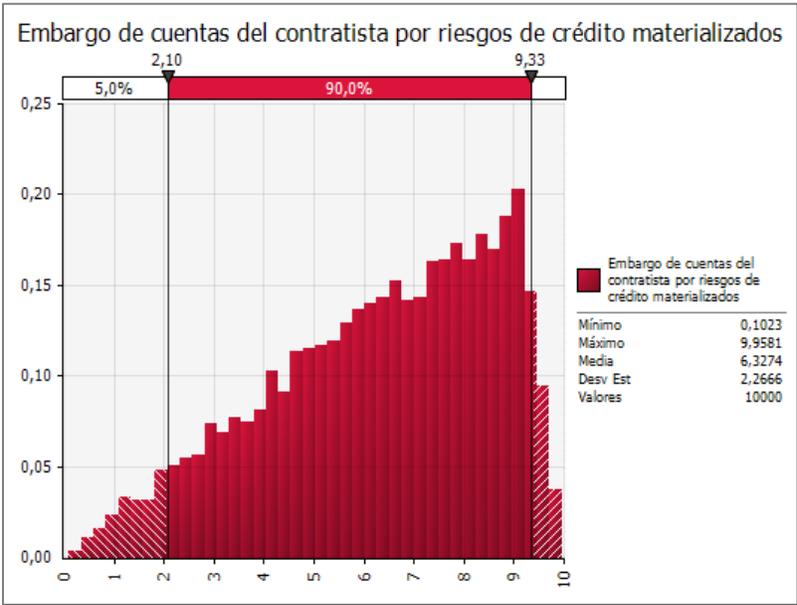


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.23 y 9.72 con una media de 6.60; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.55, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.35, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. Este riesgo tiene un impacto financiero relevante en el riesgo

crédito que se materializa con prestamistas del mercado bancario y prestamistas informales, que generan intereses demasiado onerosos de pagar en el corto y mediano plazo, para un contratista con considerables responsabilidades económicas con sus trabajadores, de acuerdo al número de obras a su cargo y que, finalmente, generan el pare de las actividades contratadas y hasta la quiebra del contratista por su mala gestión financiera, lo cual afecta el desarrollo de los procesos constructivos contratados por la constructora.

**Gráfico 70.** Probabilidad de impacto del riesgo de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados

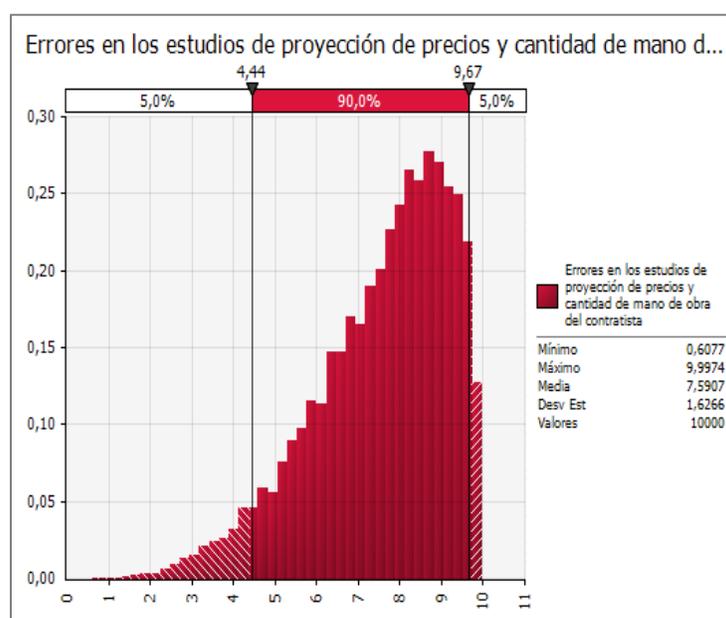


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.10 y 9.33 con una media de 6.32; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.51, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.26, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.7% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto resulta ser significativo en términos financieros

para el contratista y el desarrollo de los trabajos operativos de la mano obra a su cargo, porque al embargar sus cuentas, se pueden perder recursos que habían sido consignados para gestionar obligaciones laborales, operativas y administrativas; así mismo, este tipo de incautación es una medida que puede tener lugar por iniciativa de la administración pública o consecuencia económica, producto de una decisión de los tribunales, adoptada durante un proceso judicial en contra.

**Gráfico 71.** Probabilidad de impacto del riesgo de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista

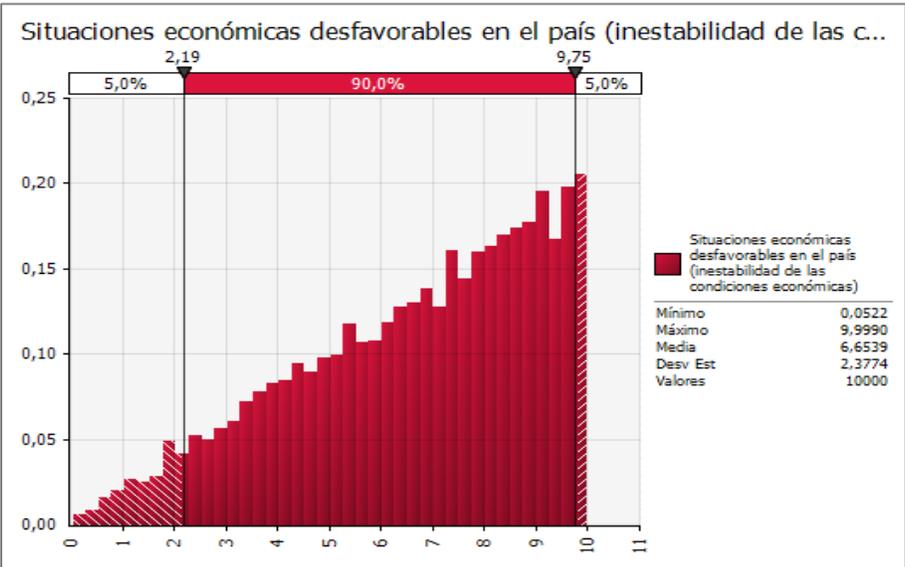


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.44 y 9.67 con una media de 7.59; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.76, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.62, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 21.3% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El impacto financiero de este riesgo es de suma importancia y

significativo para el desarrollo oportuno del proceso constructivo contratado, especialmente por los retrasos y reprocesos que generan el desfase en la proyección de precios y cantidades respecto al presupuesto inicial planteado por el contratista, que finalmente se traducen en salidas de recursos no esperadas y que conllevan una posterior ausencia de recursos por la demanda en el corto plazo del capital operativo neto.

**Gráfico 72.** Probabilidad de impacto del riesgo de situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas)



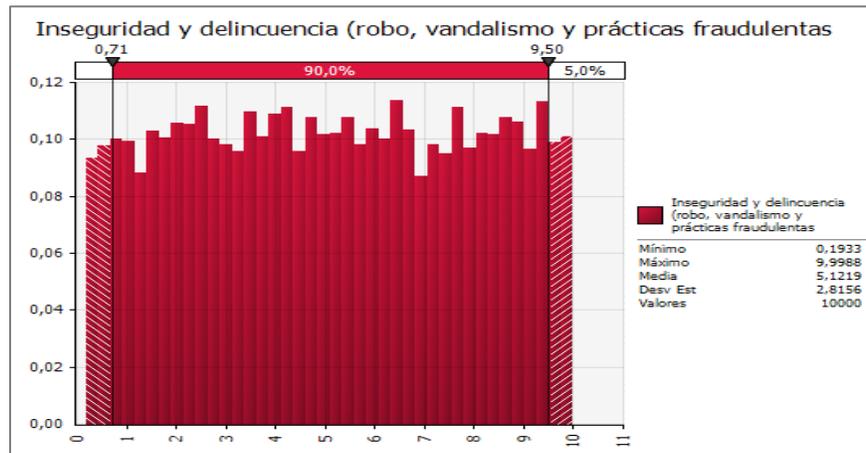
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo económico y financiero de situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas), fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.19 y 9.75 con una media de 6.65, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.54, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.37, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.6% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El impacto es considerable para el desarrollo y la tasa de retorno esperada en los proyectos de construcción, porque el 2020 nos

demonstró que basados en la actualidad del país y del mundo, respecto a las consecuencias de la contingencia por Covid-19, se puede generar condiciones de mercado tan desfavorables que impactan cualquier estructura financiera y más del sector de la construcción, donde por ejemplo, por las medidas de bioseguridad y distanciamiento, se tuvo que disminuir la cantidad de personas operativas en obra, se pararon los proyectos en un tiempo definido que generó retrasos de entregas y tuvo un impacto directo en la rentabilidad esperada.

#### 5.2.2.6. Riesgos sociales

**Gráfico 73.** Probabilidad de impacto del riesgo de Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas)

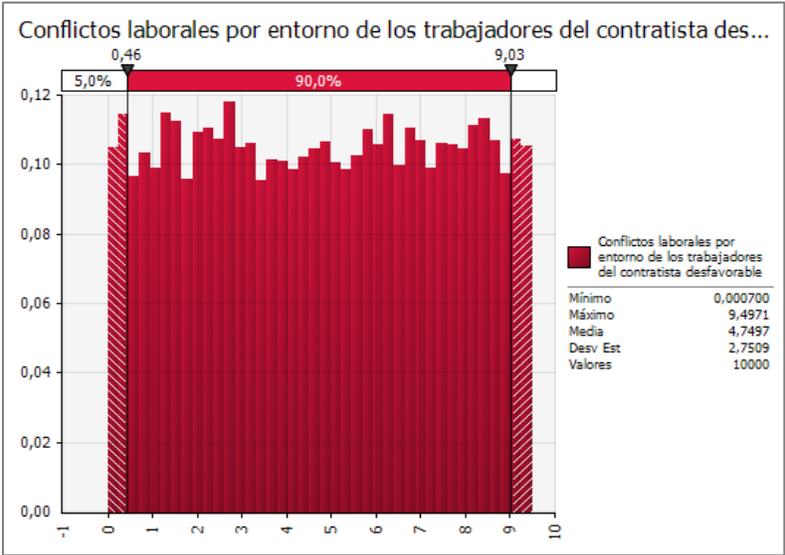


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo social de inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas), fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.71 y 9.50 con una media de 5.12; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0169, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.81, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 54.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. Este riesgo tiende a tener un impacto

moderado en el presupuesto de la obra, porque a pesar de las consecuencias financieras que generan los costos de protegerse o responder solidariamente ante eventos de inseguridad y delincuencia por medio de fraudes, robos y vandalismo, en un entorno interno y externo a nivel país, sumado a las condiciones sociales de la mayoría de obreros contratados para el sector de la construcción que puedan generar este tipo de riesgo, es preciso anotar que los gerentes de proyectos y contratistas han ganado experiencia en este campo a lo largo de los años y muchos tienden a transferir el riesgo por medio de los seguros o, en otras ocasiones, se realiza un estudio de localización y riesgos antes de iniciar una obra.

**Gráfico 74.** Probabilidad de impacto del riesgo de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable



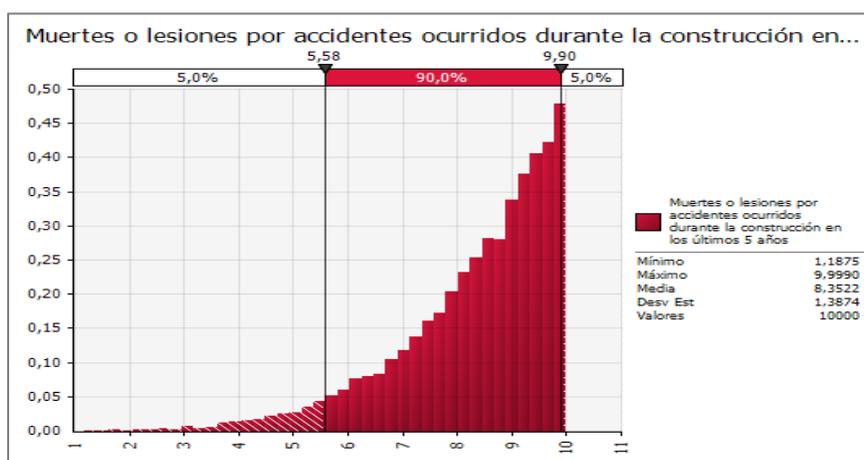
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo social de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable, fue ajustado con una función de distribución uniforme, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 0.46 y 9.03 con una media de 4.74; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0008, que muestra una concentración de los datos de forma equilibrada para todos los valores, con una leve inclinación a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.75, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 58% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos

analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El impacto generado por este riesgo es moderado para el contratista y finalmente tiene una repercusión manejable para la administración de la obra en general, dado que se ha constatado que los conflictos laborales son comunes en cualquier sector productivo y ambiente laboral, teniendo un manejo aceptable por parte del contratista respecto a la mejora del entorno desfavorable o la renuncia o despido de la mano de obra inconforme, que finalmente bajo un escenario ácido, pudieran retrasar el cronograma de la obra con un impacto moderado.

### 5.2.2.7. Riesgos de seguridad y salud

**Gráfico 75.** Probabilidad de impacto del riesgo de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción

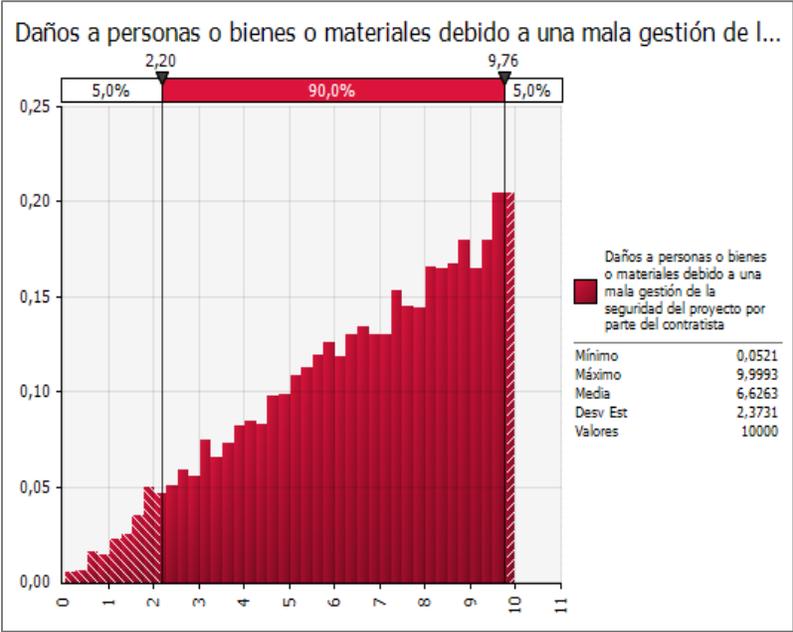


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 5.58 y 9.90, con una media de 8.35; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -1.20, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una muy alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.38, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 16.5% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo.

El impacto generado por este riesgo es de los más altos del estudio y es entendible que al comprometer la integridad humana de los trabajadores, ya sea por medio de la muerte o un accidente, siempre tendrá una repercusión importante para la imagen y reputación de cualquier proyecto constructivo. En conclusión, se tiene un impacto humano y económico: el humano lo constituye el daño que sufren las personas directamente afectadas como la familia, en caso de muerte y, en las lesiones físicas, implica dolor, pérdida de trabajo, necesidad de atenciones médicas y/o rehabilitación para el trabajador/a. Finalmente, el impacto económico está formado por todos los gastos y pérdidas materiales que el accidente ocasiona para la persona y su familia.

**Gráfico 76.** Probabilidad de impacto del riesgo de daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista

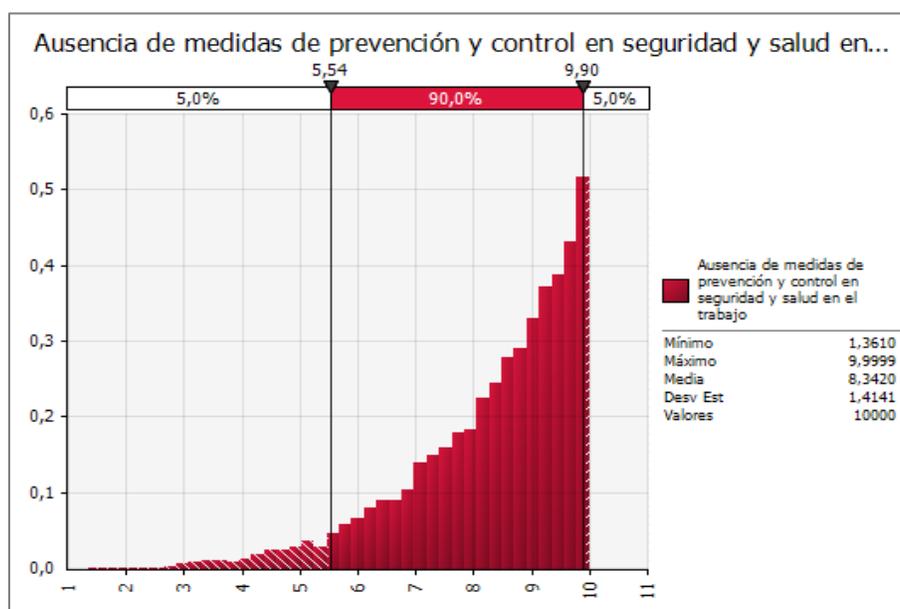


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo de daños a personas o bienes o materiales, debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista, fue ajustado con una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.20 y 9.76 con una media de 6.62; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.56, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de un impacto

significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 2.37, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.8% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El impacto generado por este riesgo es significativo para la imagen y reputación de la obra que se desarrolla y, generalmente, compromete recursos financieros considerables para enmendar el costo del deterioro de materiales, bienes y equipos, así como los retrasos en el cronograma de trabajo para empresa y la gestiones con las compañías aseguradoras, para cubrir los daños de responsabilidad civil con los terceros.

**Gráfico 77.** Probabilidad de impacto del riesgo de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de probabilidad de impacto del riesgo de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo, fue ajustado con una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 5.54 y 9.90 con una media de 8.34; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -1.21, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una muy alta probabilidad de un impacto significativo sobre el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.41, lo cual da como resultado un coeficiente de

variación del 16.9% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación medio de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El impacto generado por este riesgo es de los más altos del estudio y representa consecuencias graves para la salud e integridad física de trabajador, por ende, resulta predecible que algunos contratistas se vean comprometidos en multas y sanciones si no inician los procesos necesarios para hacer efectiva la ley e implementan un adecuado sistema de seguridad y salud en el trabajo. La materialización de este riesgo podría derivar en un impacto catastrófico para el proyecto en general, como la muerte de un trabajador, así como una posible enfermedad, accidente, lesión, entre otros.

### 5.2.3. Análisis de criticidad (nivel de riesgo: probabilidad x impacto)

El objetivo específico de este capítulo es presentar información de los resultados obtenidos respecto al nivel de riesgo financiero en el proceso de contratación de mano de obra.

La criticidad es un concepto que mide el nivel real de riesgo o, dicho de otra forma, el grado de importancia del efecto de materialización del riesgo, esta importancia es medida por el resultado de la combinación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto financiero para este estudio o de otra índole, que generaría su realización. Dado lo anterior, podemos medir esta criticidad desde diferentes ángulos, dado que el efecto puede ser muy importante, bien porque su impacto en el presupuesto de la obra es significativo y catastrófico para la continuidad de los procesos, o bien porque su probabilidad de ocurrencia es tan alta que se vuelve un reto para la administración de riesgos.

Ahora bien, una mezcla en niveles altos de probabilidad e impacto de un riesgo, sugieren que la materialización del riesgo tendría un nivel con un grado de importancia relevante para la operación y debe ser atacado inmediatamente por parte de los dueños y/o responsables de los procesos administrativos, operativos, gerenciales, legales, financieros, entre otros, conforme al análisis de criticidad ejecutado.

**Tabla 4.** Nivel de criticidad de riesgos identificados de mayor a menor nivel de riesgo

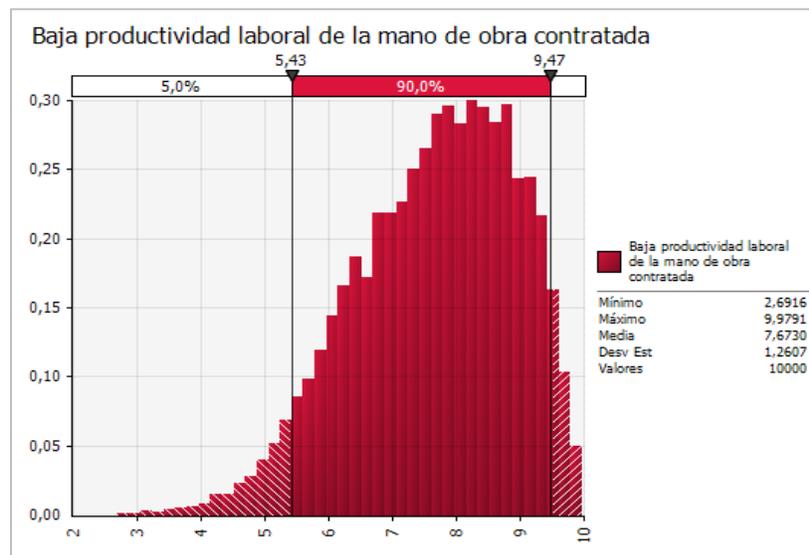
<b>Categoría</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Criticidad</b>
<b>Operativos</b>	Baja productividad laboral de la mano de obra contratada	7,67
<b>Económicos y Financieros</b>	Errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista	7,10
<b>Técnicos</b>	Falta de disponibilidad de personal experto y técnico	7,04

<b>Administración</b>	Inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista	6,90
<b>Técnicos</b>	Incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista	6,85
<b>Administración</b>	Capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra	6,83
<b>Administración</b>	Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista	6,83
<b>Administración</b>	Falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo	6,77
<b>Salud y seguridad</b>	Ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo	6,76
<b>Administración</b>	Estructura organizacional inadecuada del contratista	6,61
<b>Operativos</b>	Errores de construcción que conducen a reprocesos	6,58
<b>Operativos</b>	Retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso	6,43
<b>Administración</b>	Falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes	6,31
<b>Técnicos</b>	Errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista	6,18
<b>Salud y seguridad</b>	Muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción	6,17
<b>Administración</b>	Planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente	6,16
<b>Económicos y Financieros</b>	Incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social	6,08
<b>Económicos y Financieros</b>	Retraso en los pagos de nómina de los trabajadores	6,08
<b>Económicos y Financieros</b>	Situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas)	6,08
<b>Económicos y Financieros</b>	Falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros	6,07
<b>Operativos</b>	Accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado	6,06
<b>Administración</b>	Falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal)	6,02
<b>Contractuales y Legales</b>	Incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores	5,94
<b>Técnicos</b>	Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista	5,82
<b>Administración</b>	Mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo	5,81
<b>Contractuales y Legales</b>	Falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora	5,57
<b>Económicos y Financieros</b>	Inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas	5,39
<b>Salud y seguridad</b>	Daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista	5,33

<b>Contractuales y Legales</b>	Inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil	5,33
<b>Sociales</b>	Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas)	5,30
<b>Económicos y Financieros</b>	Embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados	5,18
<b>Administración</b>	Poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada	5,15
<b>Sociales</b>	Conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable	5,12
<b>Operativos</b>	Incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales	5,04
<b>Contractuales y Legales</b>	Falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales	5,01
<b>Técnicos</b>	Complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista	4,56
<b>Contractuales y Legales</b>	Demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente	4,55
<b>Operativos</b>	Ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo	4,49

Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Gráfico 78.** Criticidad del riesgo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada: Operativo

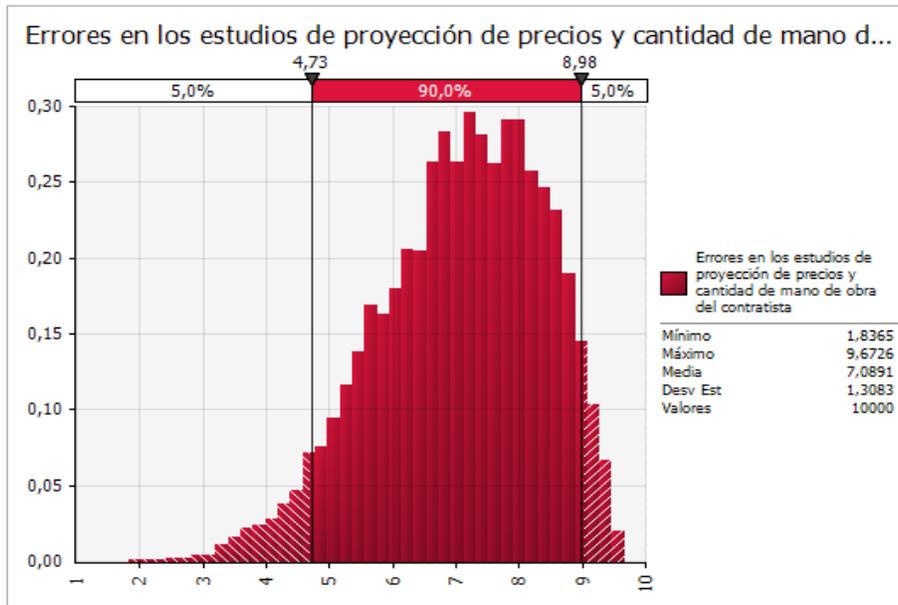


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de

distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 5.43 y 9.47 con una media de 7.67; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.50, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.26, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 16.42% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El nivel de criticidad de una baja productividad laboral de la mano de obra contratada es el más alto de la evaluación financiera del estudio ejecutado, esto explicado por la combinación de la alta probabilidad de ocurrencia que el contratista no tenga un proceso de selección eficaz del personal a contratar, según la actividad o procesos constructivo a desarrollar y, así mismo, una alta probabilidad de impacto en el presupuesto de la obra, porque la productividad es un indicador que impacta directamente la eficiencia de los procesos y actividades de un proyecto; entonces, la mano de obra al ser un costo variable de la obra, genera impactos financieros tangibles al momento de hacer un análisis de costos y medir las ineficiencias o muda generada por la improductividad del personal contratado. Lo anterior, evidencia la ausencia de control de la cantidad de obra planeada vs la ejecutada, para evidenciar los niveles de productividad y poner metas al contratista.

**Gráfico 79.** Criticidad del riesgo de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista: Económico y Financiero

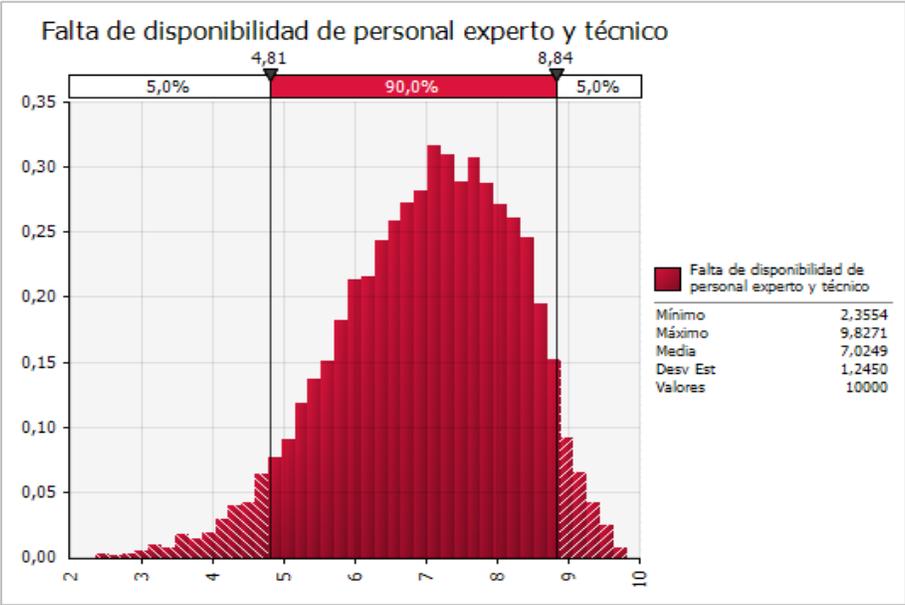


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución Pert, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.73 y 8.98 con una media de 7.08; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.48, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.30, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 18.36% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El nivel de criticidad generado por errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista es de los más altos en el estudio de riesgos ejecutado, lo anterior, explicado por la combinación de la alta probabilidad de ocurrencia de la falta de experiencia administrativa y de análisis de precios unitarios por parte del contratista, que dificulta la proyección de precios y cantidades acertadas para el inicio de un proyecto y la alta probabilidad de impacto en el presupuesto de la obra, especialmente por los retrasos y

reprocesos que generan el desfase en la proyección de precios y cantidades, respecto al presupuesto inicial planteado por el contratista, que finalmente se traducen en salidas de recursos no esperadas y que conllevan una posterior ausencia de recursos por la demanda en el corto plazo del capital operativo neto y los movimientos de precios del mercado que no son controlables. De esta forma, se evidencia una oportunidad de mejora en capacitación a los contratistas por parte de las constructoras o la agremiación.

**Gráfico 80.** Criticidad del riesgo de falta de disponibilidad de personal experto y técnico: Técnico

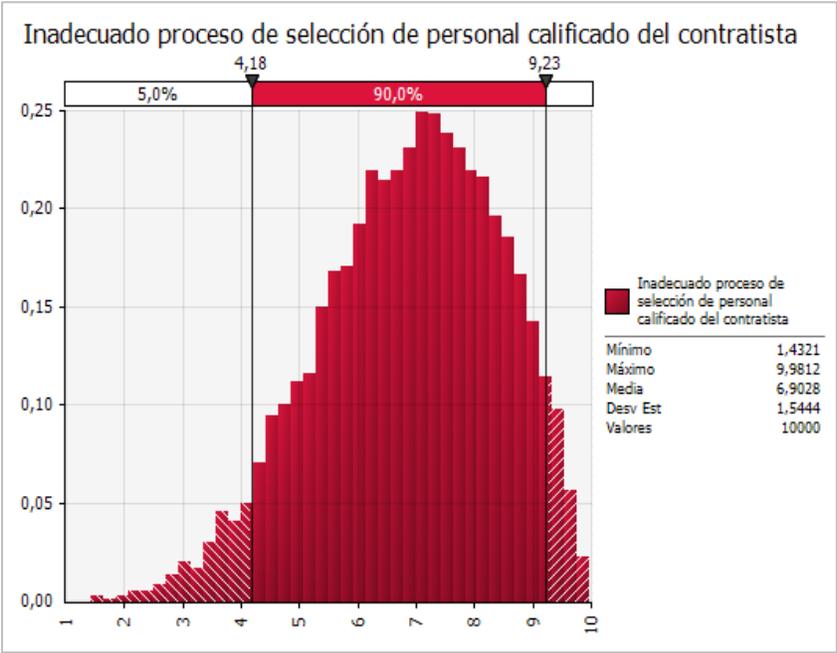


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de disponibilidad de personal experto y técnico, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.81 y 8.84 con una media de 7.02; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.41, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.24, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 17.66% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de

dispersión bajo. El nivel de criticidad de falta de disponibilidad de personal experto y técnico es de los más altos del estudio financiero ejecutado, esto explicado en la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia, porque dadas las condiciones fluctuantes del gremio, es normal que se presenten cambios constantes de grupos de trabajo, lo que aumenta la falta de disponibilidad de personal experto en ciertas áreas y también por la alta probabilidad de un impacto en el presupuesto de la obra, a razón de los reprocesos por falta de personal con experticia y conocimiento técnico en los procesos constructivos que se ejecutan, así como el desperdicio de materiales que genera realizar una actividad de forma errada por desconocimiento del proceso. Lo anterior evidencia la necesidad de implementar controles de retención de personal, capacitación y entrenamiento.

**Gráfico 81.** Criticidad del riesgo de inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista: administrativo

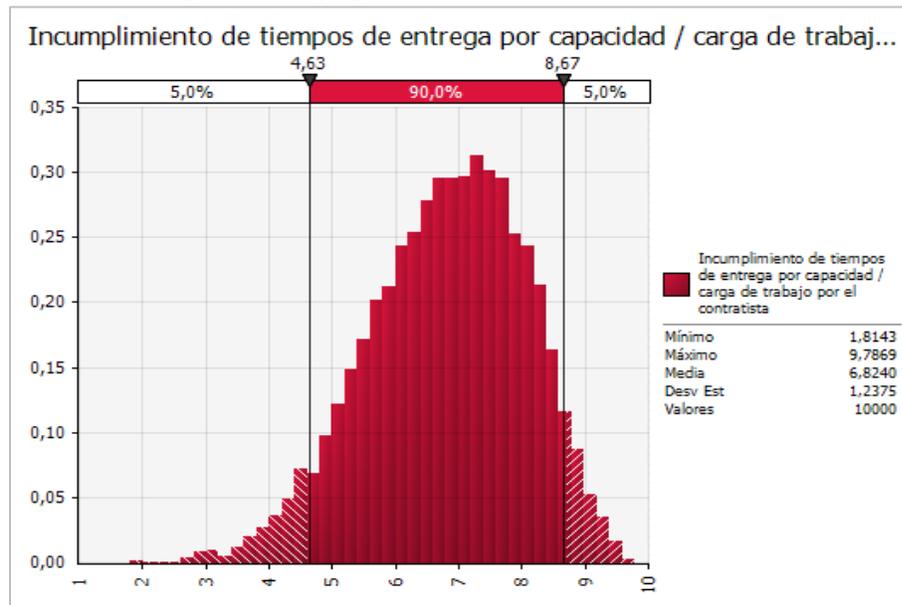


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.18 y 9.23 con una media de 6.90; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.40, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la

izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.54, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 22.31% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de un inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista es significativo respecto a los resultados del estudio financiero ejecutado, lo anterior, explicado por la combinación de la alta probabilidad de ocurrencia del riesgo con la ausencia de procesos de selección por parte del contratista, ejecutando un proceso informal que es habitual en el gremio, donde el personal se contrata directamente y se evalúa durante su desempeño, asumiendo el riesgo operativo que pudiera representar para la obra y, así mismo, una alta probabilidad de impacto en el presupuesto de la obra, debido a los sobrecostos que genera la pérdida de productividad durante el proceso de construcción, donde es habitual que las nuevas incorporaciones tengan una curva de aprendizaje lenta, que pueda afectar la rentabilidad de la operación y provocar un retraso en el cronograma de la obra; adicionalmente, los costos administrativos que supone la selección y contratación ante un eventual despido, es otro punto importante. En conclusión, se evidencia la necesidad de contar con un control automático de selección de personal que sirva como base de datos, que ayude a tomar decisiones efectivas de contratación.

**Gráfico 82.** Criticidad del riesgo de incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista: Técnico

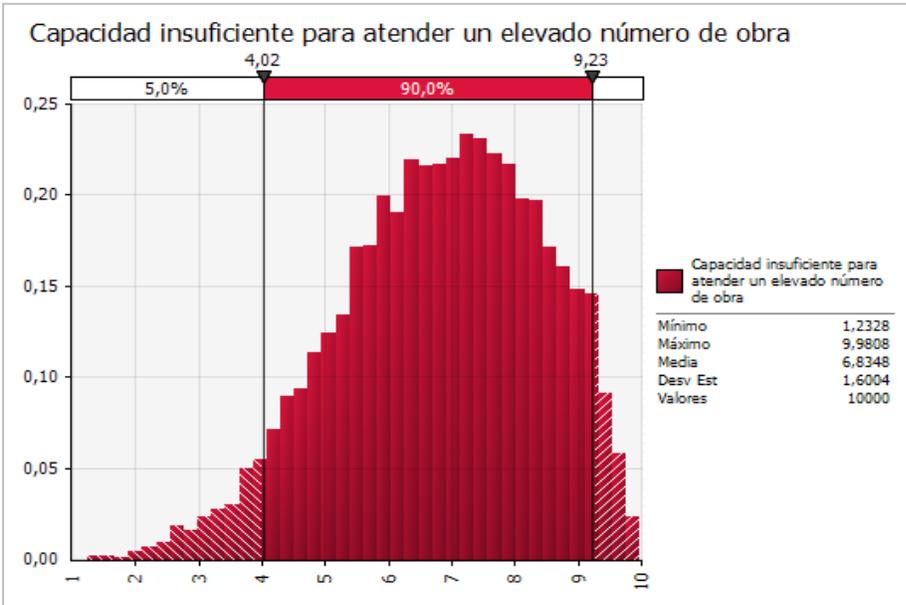


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.63 y 8.67 con una media de 6.82; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.39, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.23, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 18.03% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El nivel de criticidad de un incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista es de los más significativos en la evaluación ejecutada en el estudio de riesgos, debido a una alta probabilidad de ocurrencia de que los contratistas no cuenten con cronogramas de trabajo que les permita visualizar tiempos de entrega y rendimientos de su personal, así como una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que generan los retrasos en el cronograma y programación de obra del contratista respecto al presupuestado,

adicionalmente, al personal operativo de la obra, que por la carga de trabajo pueda tener consecuencias de renuncia por estrés laboral o reprocesos, por ejecutar trabajos que técnicamente no cumplieron con los requerimientos legales. Lo anterior, evidencia la oportunidad de implementar un control de rendimiento por actividad y objetivos de cumplimiento, implementando indicadores que midan el grado de ejecución vs tiempo proyectado de entrega del contratista.

**Gráfico 83.** Criticidad del riesgo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra: Administrativo

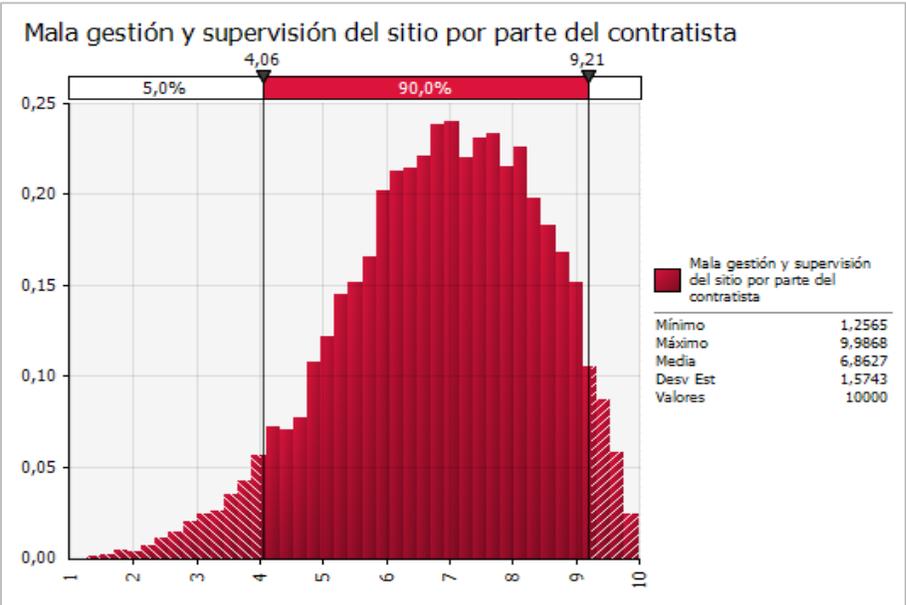


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.02 y 9.23 con una media de 6.83; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.38, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.60, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.42% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de

dispersión medio. El nivel de criticidad de una capacidad insuficiente para atender un elevado número de obra es significativo en los resultados del estudio financiero ejecutado, dada la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia de cometer el error operativo del contratista de abarcar un mayor número de contratos de obra, con el fin de aumentar sus ingresos, sin estudiar previamente la capacidad operativa y las consecuencias, producto de una alta demanda respecto a un mayor requerimiento de KTNO (Capital de Trabajo Neto Operativo), en especial, en lo referente a la necesidad de aumentar su recurso humano y, así mismo, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por los sobrecostos financieros que produce el incumplimiento al cronograma de las obras de construcción ejecutadas por el contratista al abarcar gran cantidad de obras y no cumplir a tiempo sus obligaciones, con un elevado número de trabajadores que decida contratar por la cantidad de obras a su cargo. Lo anterior, evidencia la necesidad de implementar un control donde se pueda realizar un seguimiento mensual al comportamiento de la gestión administrativa y operativa del contratista.

**Gráfico 84.** Criticidad del riesgo de mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista: Administrativo

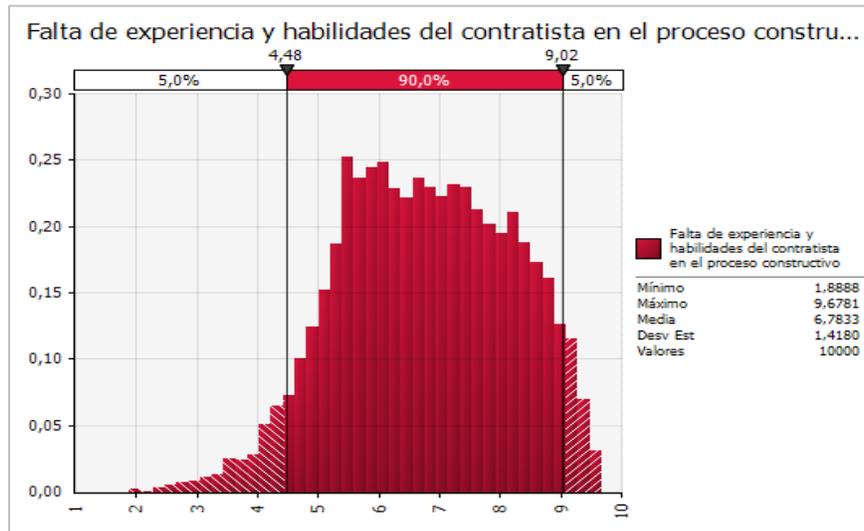


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de

distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.06 y 9.21 con una media de 6.86; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.42, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.57, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 22.88% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de una mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista, es de los más altos del estudio, explicado en la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia en el gremio, en tanto la principal motivación del contratista es el lucro obtenido por el personal contratado para la obra, dejando la responsabilidad de la gestión y la supervisión al personal de la constructora presente en la obra y, de igual forma, una alta probabilidad de impacto en el presupuesto de la obra, por los reprocesos operativos que genera la ausencia de supervisión del personal de obra y también de los costos administrativos que genera la mala gestión del sitio, respecto a transporte de materiales y condiciones ambientales no favorables para los trabajadores a cargo del contratista, que ocasionan incumplimientos en tiempos de entrega. Esta situación permite identificar oportunidades de mejora en el monitoreo ejecutado, para analizar el cumplimiento de las condiciones establecidas al contratista y, así mismo, registrar las visitas ejecutadas por el contratista o su delegado al sitio.

**Gráfico 85.** Criticidad del riesgo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo: Administrativo

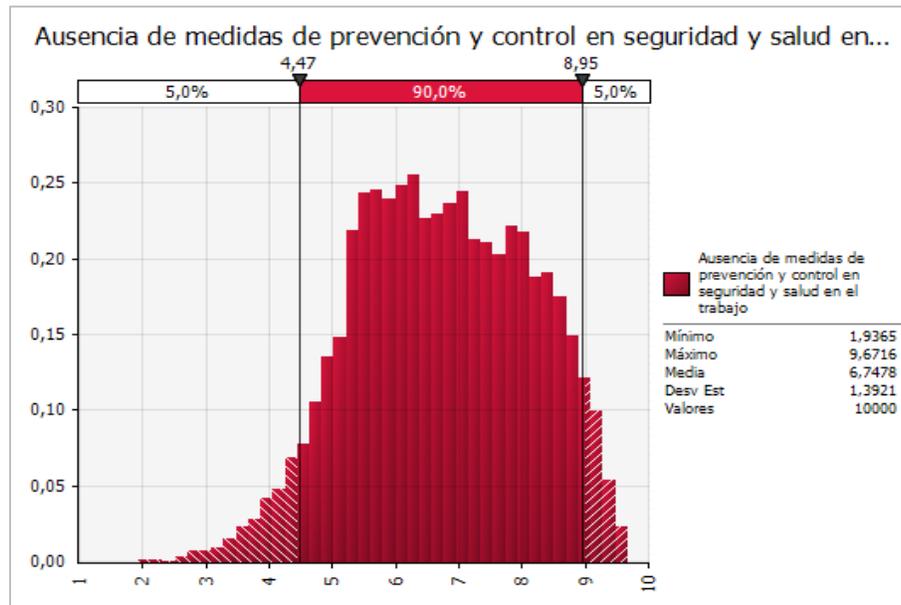


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.48 y 9.02 con una media de 6.78; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.18, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.41, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 20.79% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de la falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo es significativo en los resultados del estudio financiero de riesgos ejecutado, explicado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia de que los contratistas presenten fluctuaciones en el número de obras contratadas, lo que hace que, al tener menos obras, despidan hasta más del 50% del personal contratado, buscando mantener los encargados y oficiales como personal de mayor experiencia, mientras inician nuevas obras, por lo cual no todas se ven impactadas por la falta de personal con experiencia y habilidades en el proceso constructivo y, así mismo, una muy alta probabilidad

de impacto sobre el presupuesto de la obra, a razón de los reprocesos por falta de experiencia del contratista en el proceso constructivo (cimentación, estructura o mampostería) que esté ejecutando, así como el desperdicio de materiales que genera realizar una actividad de forma errada por desconocimiento del proceso. De esta forma, se evidencia la oportunidad de ejecutar filtros con un criterio calificativo de experiencia en la actividad a desarrollar, a través de certificados en el proceso de selección y contratación de la constructora, y también sobre la veracidad de la información suministrada por el contratista, intuyendo alguna posible modificación o falsedad en la experiencia del personal.

**Gráfico 86.** Criticidad del riesgo de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo: Salud y seguridad

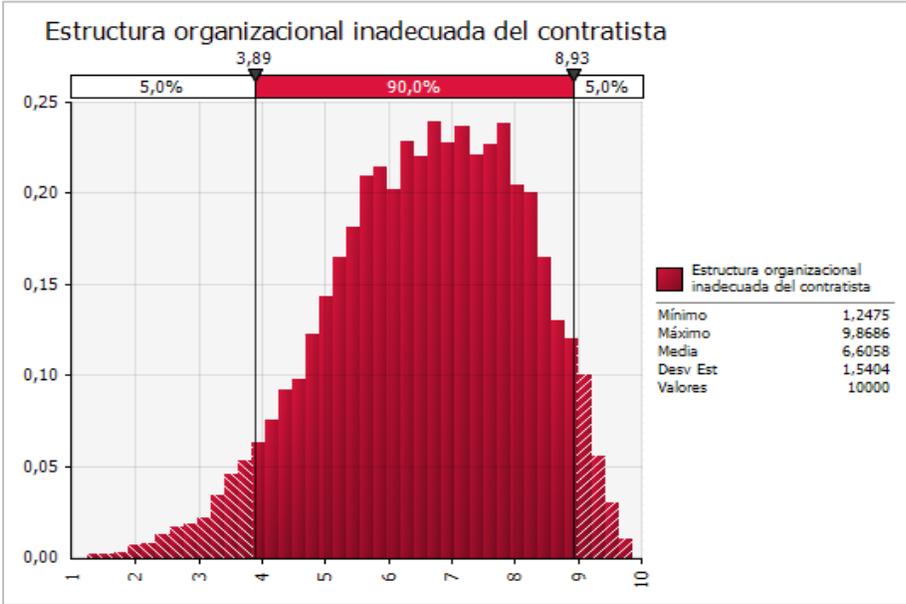


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.47 y 8.95 con una media de 6.74; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.18, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.39, lo cual da como

resultado un coeficiente de variación del 20.62% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo tiene un grado alto, respecto a los resultados de la evaluación ejecutada, explicado en la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, dado que a pesar de la existencia de controles y capacitaciones por parte de los contratistas y las constructoras, el personal operativo aún no tiene la conciencia del autocuidado ante situaciones de riesgos, obviando en muchos casos las medidas de salud y seguridad en el trabajo y, en ese sentido, se tiene una probabilidad muy alta de impacto sobre el presupuesto de la obra, lo cual representa consecuencias graves para la salud e integridad física de trabajador y, por ende, resulta predecible que algunos contratistas se vean comprometidos en multas y sanciones, si no inician los procesos necesarios para hacer efectiva la ley e implementar un adecuado sistema de seguridad y salud en el trabajo. De esta forma, para evitar la materialización de este riesgo, se deben implementar controles que eviten una posible muerte, enfermedad, accidente y lesión, entre otros, al personal contratado.

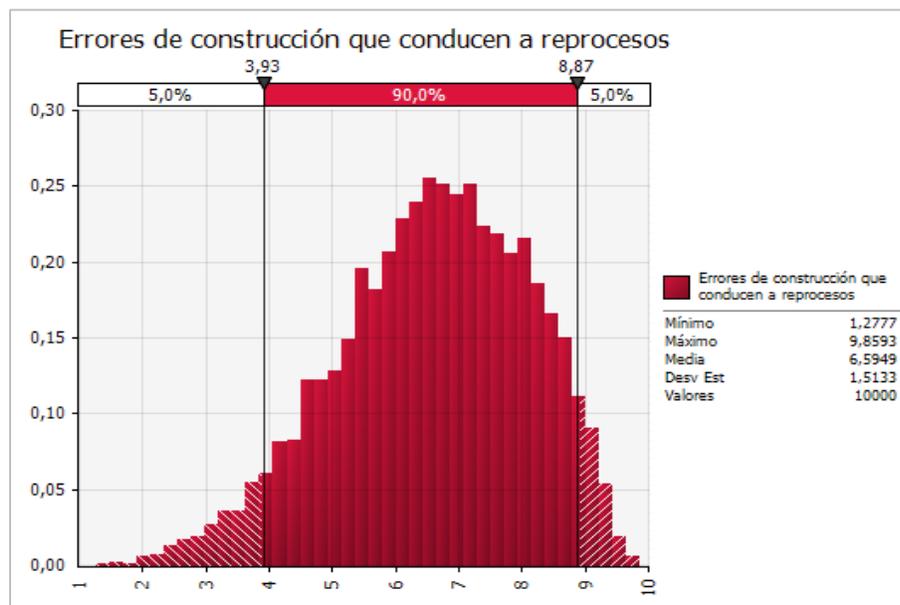
**Gráfico 87.** Criticidad del riesgo de estructura organizacional inadecuada del contratista: Administrativo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de estructura organizacional inadecuada del contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.89 y 8.93 con una media de 6.60; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.40, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.54, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.33% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de una estructura organizacional inadecuada del contratista es significativo respecto a los resultados del estudio y evaluación financiera ejecutado, debido a la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia porque los contratistas no ven la importancia de tener una estructura organizacional adecuada, por el hecho que genera un mayor costo de administración y que en muchas ocasiones, desde su visión, agrega poco valor a la empresa, teniendo en cuenta que la gran mayoría de los contratistas son Pymes y, por otro lado, con una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por los reprocesos operativos que genera la ausencia de supervisión del personal de obra y la inadecuada segregación de funciones operativas y administrativas por parte del contratista, lo cual genera incumplimientos en tiempos de entrega. Lo anterior, evidencia la necesidad de verificar una adecuada estructura interna del contratista, buscando un balance proporcional entre cantidad de trabajadores en el área administrativa y personal operativo en el sitio de la obra.

**Gráfico 88.** Criticidad del riesgo de errores de construcción que conducen a reprocesos:  
Operativos

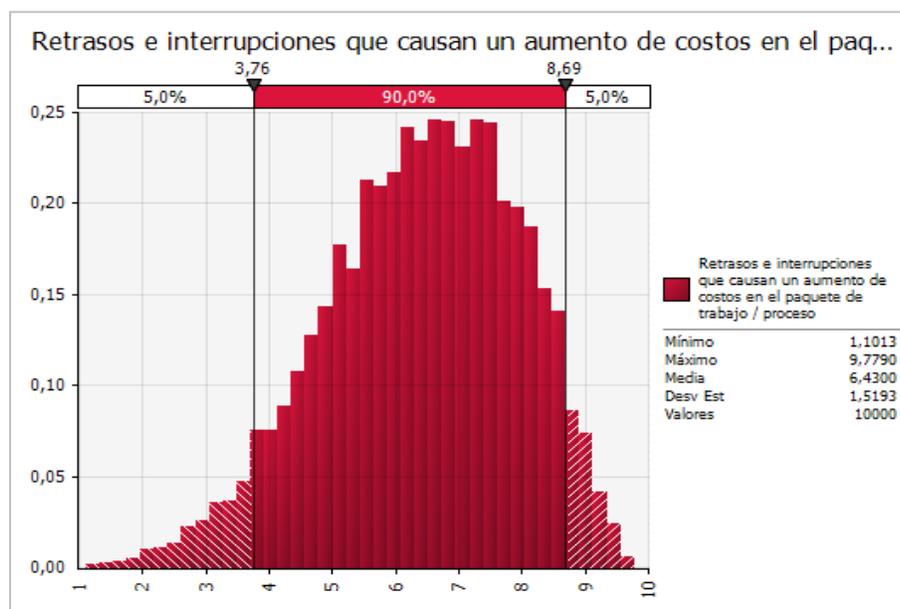


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de errores de construcción que conducen a reprocesos, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.93 y 8.87 con una media de 6.59; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.37, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.51, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 22.91% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de errores de construcción que conducen a reprocesos es alto, en promedio de los resultados del estudio de riesgos financieros ejecutada, explicado en la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia de una inexistencia de acompañamiento técnico por parte del contratista para la ejecución y revisión de las actividades realizadas, lo cual se materializa en errores operativos y, así mismo, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, principalmente por los costos financieros que producen los reprocesos en un proceso constructivo, acompañado del retraso

en tiempos de entrega que generan estos errores y el desperdicio de materiales utilizados, buscando subsanar el evento de riesgo operativo en el proceso constructivo y la mano de obra técnica adicional a contratar, para evitar este tipo de riesgos. De esta forma, se identifican oportunidades de mejora en la supervisión de inicio a fin de las actividades constructivas, con el objetivo de asegurar el poder continuar con la actividad siguiente.

**Gráfico 89.** Criticidad del riesgo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso: Operativos

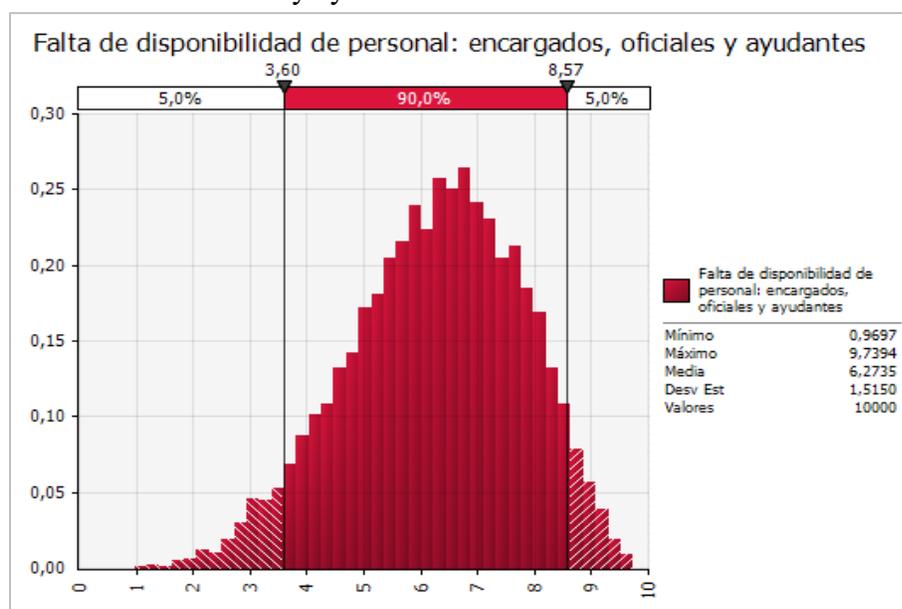


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.76 y 8.69 con una media de 6.43; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.35, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.51, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.48% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad

de retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso es significativo en los resultados de la evaluación de riesgos, explicado por la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia que las condiciones ambientales, sociales y administrativas tengan un % de imprevistos, los cuales se ven reflejados en el costo de ejecución del proyecto y tiempos de entrega óptimos y, así mismo, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por el sobre costo financiero producido por los retrasos en tiempos operativos del proyecto, que normalmente son producidos por eventos de riesgo operacional de la mano de obra a cargo del proyecto; sin embargo, hay factores externos que pueden producir este riesgo, como se evidencia con las medidas tomadas por el Gobierno nacional ante la contingencia por coronavirus, que impactó las tasas de rentabilidad esperadas de los proyectos de construcción. Lo anterior evidencia, la oportunidad de hacer un seguimiento a la programación y cronograma del proceso constructivo, para identificar el avance o retraso de cada actividad.

**Gráfico 90.** Criticidad del riesgo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes: Administrativo

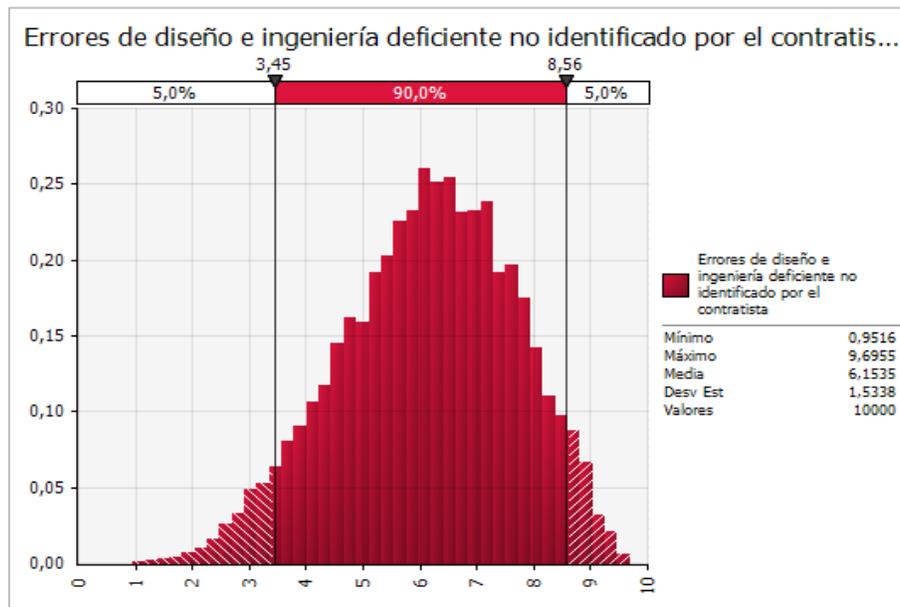


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran

entre 3.60 y 8.57 con una media de 6.27; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.37, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.51, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 24.08% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de la falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes es alta respecto al promedio de los otros riesgos del estudio, evidenciado por la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia, debido a la alta rotación de encargados, oficiales y ayudantes en el sector de la construcción del Área Metropolitana de Antioquia, donde consiguen laborar fácilmente en otros proyectos por el auge de la construcción; de igual forma, una alta probabilidad de impacto que afecta el presupuesto de la obra, principalmente por las consecuencias en tiempos de ejecución de trabajos presupuestados por falta de disponibilidad de personal operativo clave, que finalmente repercute en unos costos financieros ocultos que pueden ser representativos para la obra. Dado lo anterior, se identifica la necesidad de asegurar el cumplimiento oportuno de todas las obligaciones con el trabajador para asegurar retención de personal y, de igual forma, mejorar la planeación administrativa para contar con la cantidad de mano de obra suficiente.

**Gráfico 91.** Criticidad del riesgo de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista: Técnico

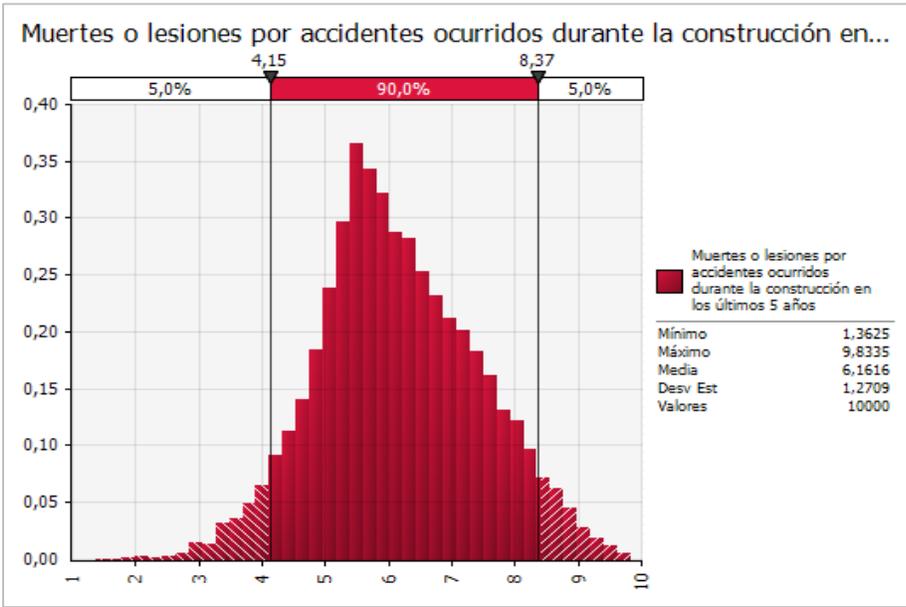


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.45 y 8.56 con una media de 6.15; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.25, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.53, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 24.87% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista es alto, respecto a los resultados promedios del estudio, dada la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia porque la constructora es la encargada de recibir, revisar y distribuir la información al contratista, además de dar las pautas para su ejecución, donde por lo general el contratista no detiene su atención minuciosamente y, así mismo, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por los costos financieros que produce, los reprocesos operativos a causa de errores en

el diseño o ingeniería deficiente, sin ser identificado de manera oportuna por el contratista, así como el desperdicio de materiales utilizados ante una posible reestructuración del diseño del proceso constructivo y la mano de obra técnica adicional a contratar, para evitar este tipo de riesgos. En línea con lo anterior, es importante establecer controles de revisión preliminar del diseño o ingeniería a utilizar.

**Gráfico 92.** Criticidad del riesgo de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción



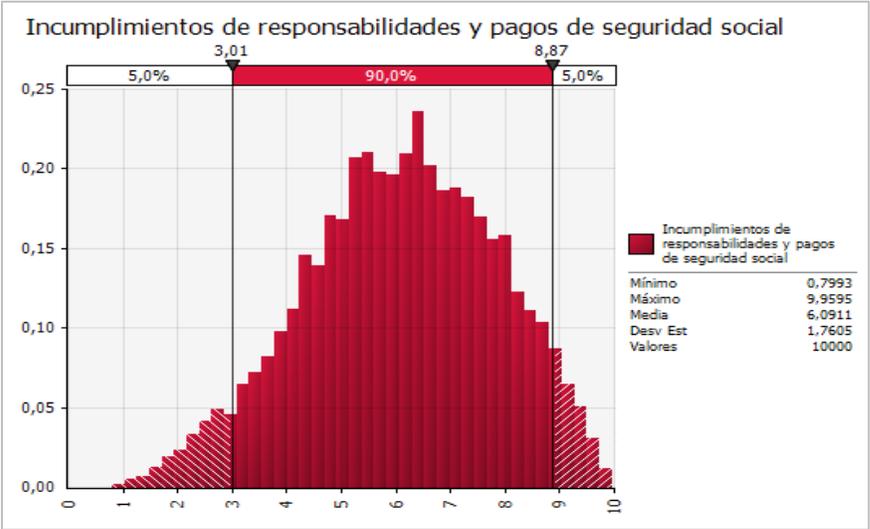
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 4.15 y 8.37 con una media de 6.16; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.11, que muestra una concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.27, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 20.61% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de muertes o lesiones por accidentes



la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.71, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 27.80% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de una planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente es alto respecto al promedio de riesgos analizados, especialmente por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia, debido a la gestión anticipada de contratación que realizan los directores y coordinadores, al presupuestar ellos mismos la mano de obra y buscar otros contratistas para acompañar o reemplazar los existentes en el proceso constructivo de las obras de construcción y, así mismo, con una alta probabilidad de un impacto sobre el presupuesto de la obra, porque genera ausencia de liquidez, o por el contrario, se presupuesta recursos por encima de los necesarios para la obra por parte del contratista, lo cual genera sobrecostos a la constructora en el rubro de mano de obra contratada. Dado lo anterior, se debe establecer control y monitoreo sobre los formatos de presupuesto en cada proceso constructivo.

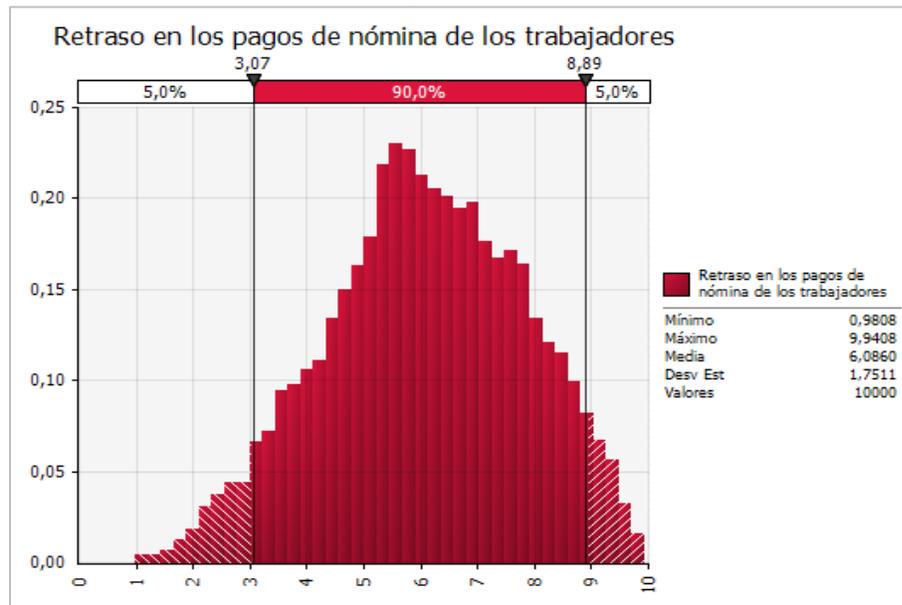
**Gráfico 94.** Criticidad del riesgo de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social: Económico y Financiero



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.01 y 8.87 con una media de 6.09; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.18, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.76, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 28.89% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social es alto respecto al promedio de los riesgos analizados en el estudio, evidenciado en la combinación de una probabilidad media de ocurrencia, porque a pesar de los casos evidenciados históricamente en el gremio, los controles periódicos realizados por parte de las constructoras al grupo de trabajo de los contratistas, se evitan los incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social y, por otro lado, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, porque el contratista estaría obligado a pagar sanciones a las entidades de seguridad social y parafiscal, cancelar onerosas multas a la UGPP y a la DIAN, pagar salarios mayores a lo devengado por los empleados y, sobre todo, causar inconformidad general en el proyecto de construcción y perder la credibilidad ante sus trabajadores, que provocaría consecuencias directas en la eficiencia operativa del proceso constructivo por gestionar la nómina de manera incorrecta. Lo anterior, evidencia unas oportunidades de mejora en la gestión administrativa de la seguridad social y nómina de la mano de obra contratada, verificando con cierta periodicidad las planillas de pago para hacer una revisión del personal contratado.

**Gráfico 95.** Criticidad del riesgo de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores:  
Económico y Financiero

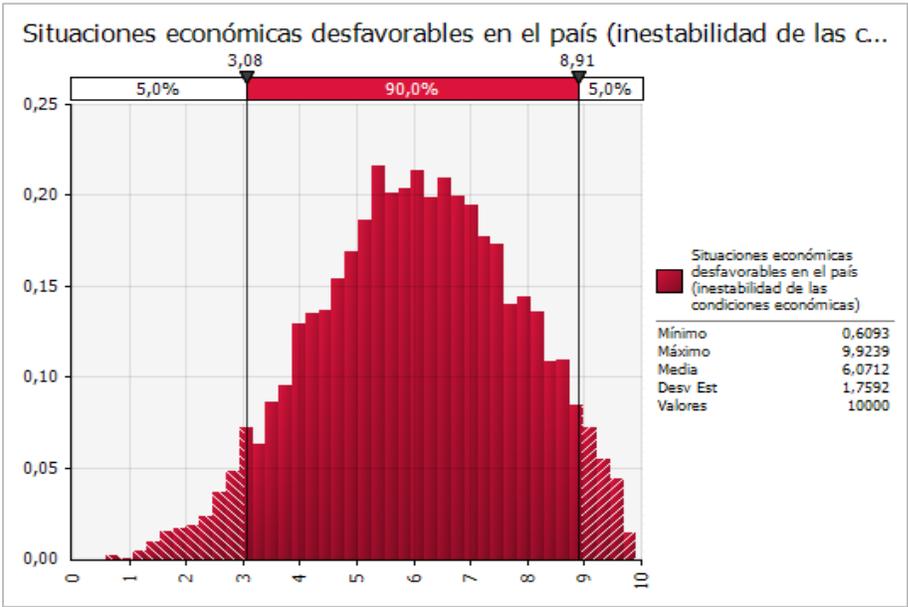


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.07 y 8.89 con una media de 6.08; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.18, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.75, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 28.78% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de retraso en los pagos de nómina de los trabajadores es alto en comparación con el promedio de los riesgos analizados en el estudio, explicado en gran medida por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia, porque a pesar de que históricamente se han presentado casos de materialización de estos retrasos, usualmente los pagos de las actividades ejecutadas se realizan según avance de obra, con el fin de que el contratista cuente con la liquidez suficiente al momento de cubrir los gastos administrativos y salariales de su personal operativo; no obstante, existe una alta probabilidad de que este

riesgo tenga un impacto sobre el presupuesto de la obra, dado que se evidencia sobrecostos por multas, tiempo productivo del proyecto malgastado y pérdida de credibilidad en la labor del contratista, lo cual genera deserción de los trabajadores claves del proceso constructivo y, posteriormente, posibles demandas amparadas por la ley laboral, que generen salidas de recursos por parte del presupuesto de la obra. Dado lo anterior, es indispensable implementar controles administrativos que mitiguen su ocurrencia y que, así mismo, sirva como prevención ante una auditoría normativa para evitar algún acto administrativo importante, que afecte los intereses financieros esperados de la obra.

**Gráfico 96.** Criticidad del riesgo de situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas): Económicos y Financiero

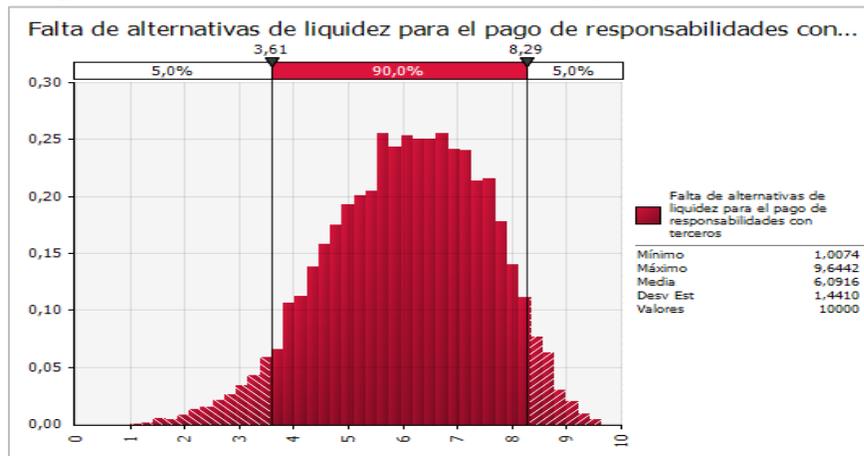


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas), evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.08 y 8.91 con una media de 6.07; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.16, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de

los datos es de 1.75, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 28.83% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de situaciones económicas desfavorables en el país es alto respecto a los resultados encontrados en la evaluación financiera ejecutada, esto explicado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, porque la construcción es uno de los sectores más estables de la economía del país, con capacidad de adaptación ante situaciones de riesgo económico y financiero; no obstante, ante situaciones de mercado inusuales como el cisne negro de la pandemia por coronavirus, que se tradujo en su etapa inicial en cierres de los proyectos de construcción, para evitar contagios y cumplir con las disposiciones normativas emitidas por parte del Gobierno nacional de forma prolongada, se identificó una alta probabilidad de impacto alto en el presupuesto de la obra, porque el desarrollo y la tasa de retorno esperada en los proyectos de construcción, se vio afectada inmediatamente por situaciones de mercado, esto evidenciado en el 2020 que nos demostró impactos fuertes a nivel económico en el país y el mundo, respecto a las consecuencias de la contingencia por Covid-19, generando condiciones de mercado tan desfavorables que impactaron cualquier estructura financiera y más el sector de la construcción, donde por ejemplo, por las medidas de bioseguridad y distanciamiento, se tuvo que disminuir la cantidad de personas operativas en obra y se pararon los proyectos en un tiempo definido, que generó retrasos de entregas y tuvo un impacto directo en la rentabilidad esperada. Finalmente se concluye que es de suma importancia establecer controles financieros, basados en la experiencia de esta coyuntura por parte de las empresas.

**Gráfico 97.** Criticidad del riesgo de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros: Económicos y Financieros

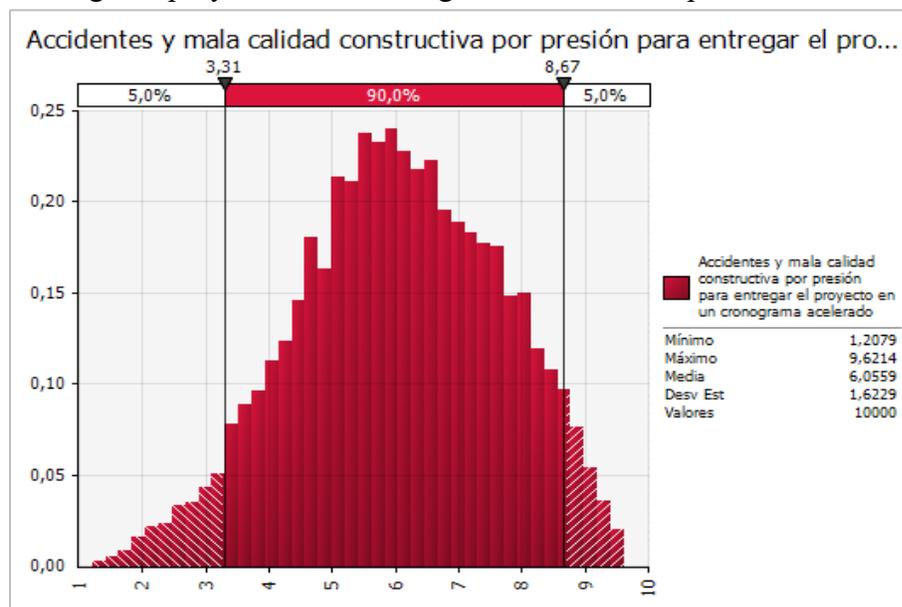


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.61 y 8.29 con una media de 6.09; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.33, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.44, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.64% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros es alto, respecto al promedio de resultados encontrados en la evaluación de riesgos, explicado por la combinación de una alta probabilidad de ocurrencia de que los contratistas no realicen revisiones periódicas de costos, activos y pasivos de sus empresas, lo que no permite tener las cifras y porcentajes de ganancias y pérdidas claras para evitar incurrir en un riesgo de liquidez en el corto plazo y, por otro lado, se encontró una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, porque con el incumplimiento de pago a terceros por falta de liquidez, se afecta inmediatamente el capital operativo neto de la obra, especialmente el cese de actividades de la mano de obra e imposibilita el pago a proveedores en el corto plazo, que finalmente termina

repercutiendo en incumplimiento de pago de salarios con trabajadores y, a priori, demoras en las entregas de acuerdo con el cronograma presupuestado del proyecto. De acuerdo a lo anterior, es indispensable implementar controles para cumplir con las obligaciones, ya sea por medio de estrategias de liquidez, reservas o pólizas de seguros.

**Gráfico 98.** Criticidad del riesgo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado: Operativos

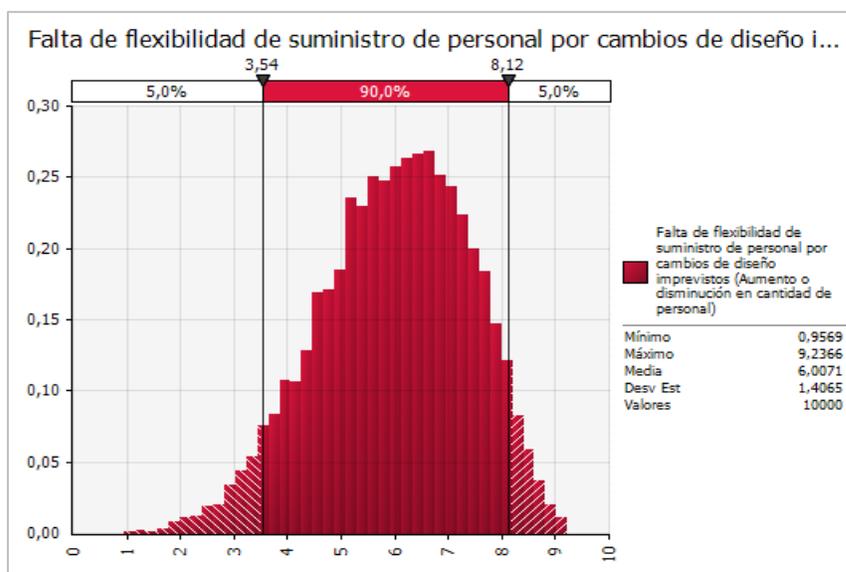


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.31 y 8.67 con una media de 6.05, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.14, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.62, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 26.77% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un

cronograma acelerado es alto, en comparación con el promedio de riesgos analizados, esto explicado en gran medida por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia de que, a pesar de ser eventos de riesgos operativos innatos al proceso de la construcción, se evidencia que generalmente se cuenta con un personal de supervisión idóneo por parte de la constructora, que se compone de interventoría e ingenieros residentes que garantizan la ejecución adecuada de proyectos en el tiempo estipulado y con excelente calidad, de igual forma, se identificó una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, porque independiente del proceso constructivo, se afecta directamente la imagen de la constructora y el contratista, pues los costos producidos por una muerte o lesión de los trabajadores por accidentes, así como los costos financieros que producen ejecutar una obra de mala calidad, que después ponga en riesgo la vida de los habitantes, puede llegar a producir la quiebra de la entidad. Es recomendable crear estrategias para modificar el cronograma, para no sacrificar la calidad del trabajo constructivo y evitar posibles accidentes laborales, así mismo, ejecutar periódicamente un análisis detallado del rendimiento de la actividad, para verificar los parámetros de calidad.

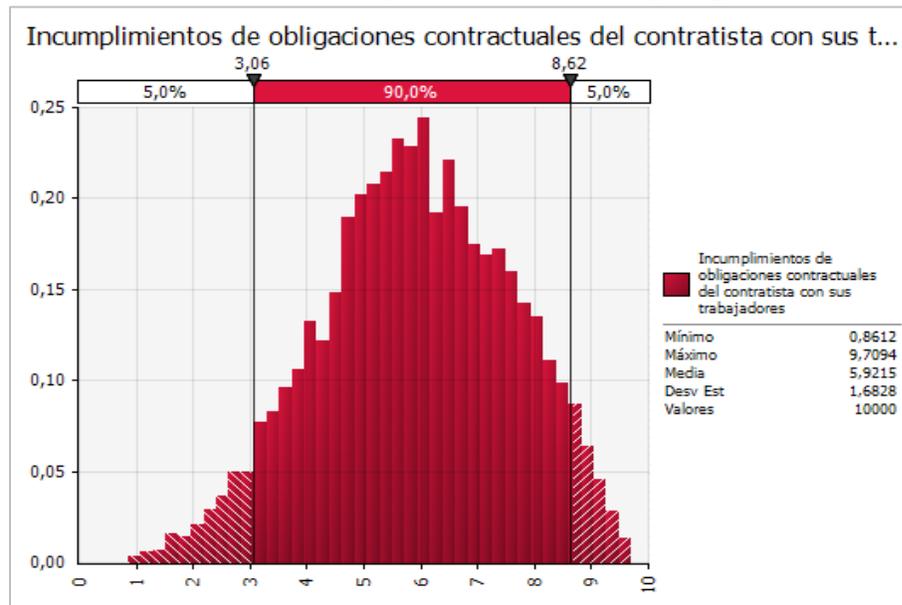
**Gráfico 99.** Criticidad del riesgo de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal):  
Administrativo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal), evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.54 y 8.12 con una media de 6.00; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.32, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.40, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 23.33% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos es alto de acuerdo a la evaluación de riesgos ejecutada, evidenciado principalmente en la combinación por una alta probabilidad de que por la dinámica del sector existan muchas variables que se presentan al interior del proceso constructivo, al pedir al contratista que suministre personal con experiencia rápidamente, pero a los pocos días se le solicita despedirlos nuevamente por demoras o cambios en los diseños o falta de material, entre otros, y sumado a una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por los costos administrativos que generan la ausencia de la correcta gestión de personal de obra, según los requerimientos del diseño de los procesos constructivos a cargo del contratista, donde como se explicó anteriormente, en periodos cortos de tiempo se generan cambios sustanciales que requieren de una flexibilidad y resiliencia operacional por parte del contratista. Es recomendable, entonces, implementar controles desde el contrato inicial y con empresas de recursos humanos, para evitar la materialización del riesgo.

**Gráfico 100.** Criticidad del riesgo de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores: Contractual y Legal

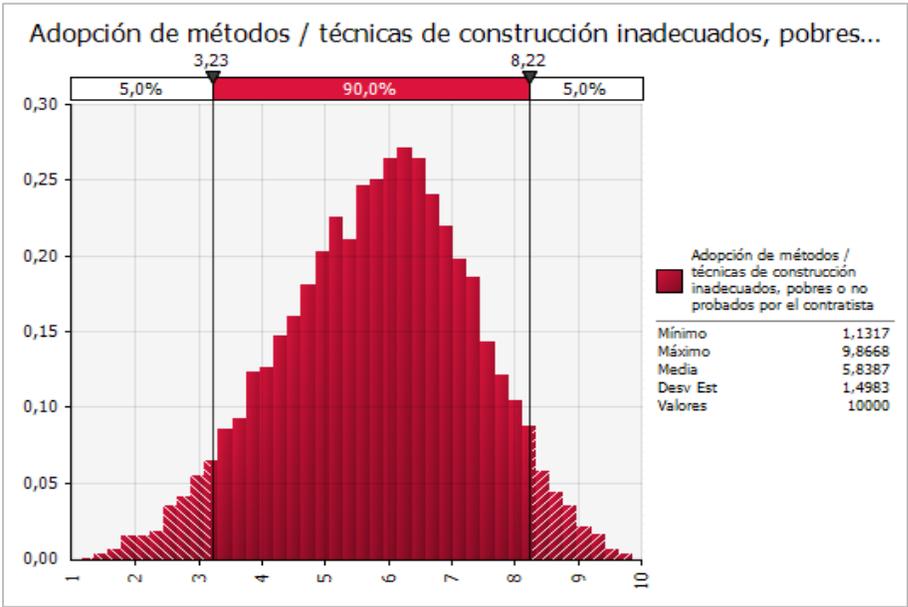


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.06 y 8.62 con una media de 5.92; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.16, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.68, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 28.37% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores es moderado, de acuerdo a los resultados del estudio ejecutado, explicado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia, porque a pesar de que los contratistas no cuentan en su organigrama con el personal apto para asesorar y orientar en temas legales respecto a las obligaciones y responsabilidades del empleador ante el trabajador, tienden a recibir asesoría por parte de personal de la constructora o consultor externo, si lo requieren, lo que permite que incidentes

que se presenten ocasionalmente tengan el manejo adecuado y, por otro lado, tienen un alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, porque afecta directamente la imagen de la constructora y el contratista, en las posibles demandas por parte de los trabajadores a cargo del contratista que lleguen a medios públicos, así como los costos financieros que producen una posible sentencia y solventar los riesgos asociados que se deriven de este incumplimiento, que pueden llegar a producir el cese de operaciones de la entidad. Dado lo anterior, se recomienda establecer controles preventivos de listas de chequeo de los requisitos mínimos legales que constituyen los contratos.

**Gráfico 101.** Criticidad del riesgo de adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuadas, pobres o no probados por el contratista: Técnicos

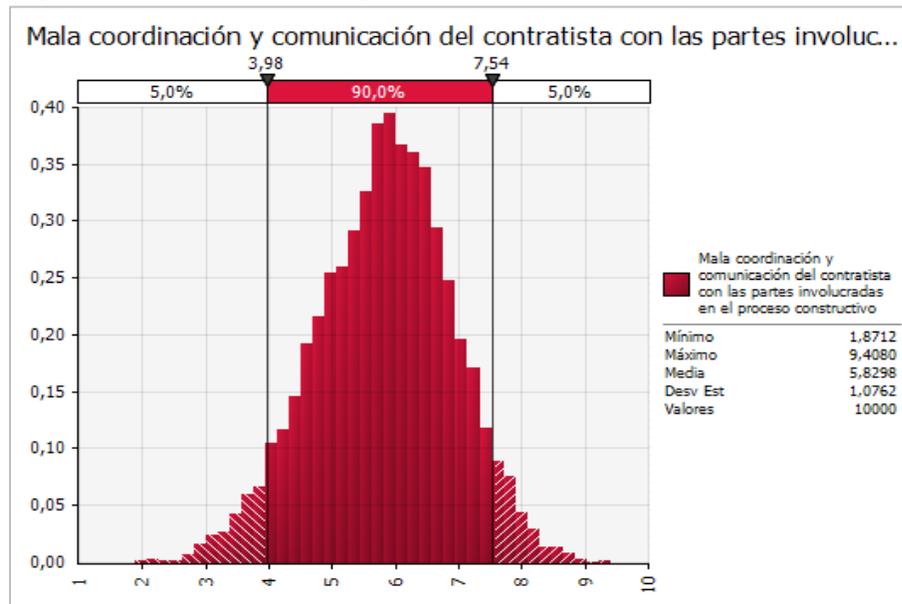


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.23 y 8.22 con una media de 5.83; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.17, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de

los datos es de 1.49, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 25.55% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista es moderado respecto al promedio de resultados ejecutados, explicado en la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia debido a que las constructoras cuentan con altos estándares de calidad y departamentos de gestión, que se encargan de evaluar y determinar que los procesos de construcción realizados sean eficientes, tanto económica como técnicamente; no obstante, se evidencia una alta probabilidad de un impacto importante sobre el presupuesto de la obra, por los costos financieros que podría producir su materialización, los reprocesos operativos a causa de errores o daños por métodos de construcción inadecuados, así como el desperdicio de materiales utilizados ante una posible reestructuración del proceso constructivo ejecutado. Se evidencia la necesidad de implementar controles que mitiguen su materialización, asociados a las especificaciones correctas del proceso y la experiencia del personal de mano de obra contratado.

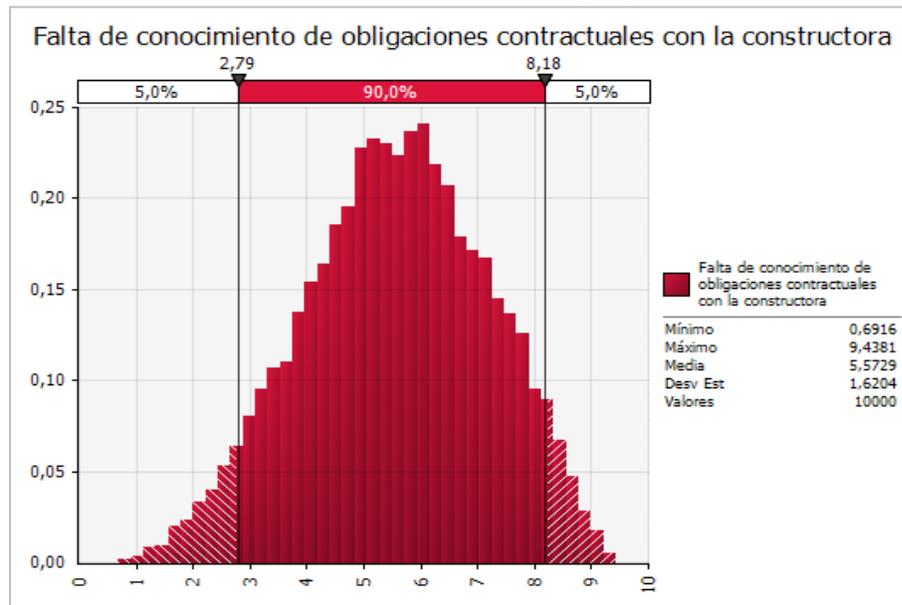
**Gráfico 102.** Criticidad del riesgo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo: Administrativo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 3.98 y 7.54 con una media de 5.82; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.15, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.07, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 18.38% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión bajo. El nivel de criticidad de una mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo es moderado respecto a los resultados encontrados en la evaluación financiera ejecutada, especialmente por la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia, porque las constructoras contratan para las obras de construcción Ing. Directores, Ing. Residentes y Maestros con experiencia, que están monitoreando periódicamente el desempeño del personal del contratista, haciendo que la comunicación sea directa entre el personal operativo del contratista y los representantes de las constructoras en la obra, obviando la comunicación con el contratista directamente; no obstante, se evidencia una alta probabilidad de impacto relevante en el presupuesto de la obra en caso de materialización, a razón de los reprocesos y demoras en la terminación de las actividades de los procesos constructivos, debido a la poca coordinación y comunicación errónea del contratista con las partes claves de dichos procesos, ya sea con la constructora o procesos subcontratados. Dado lo anterior, demuestra la oportunidad de implementar y establecer controles de visitas periódicas con registro de las decisiones e instrucciones tomadas en reuniones internas.

**Gráfico 103.** Criticidad del riesgo de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora: Contractual y legal

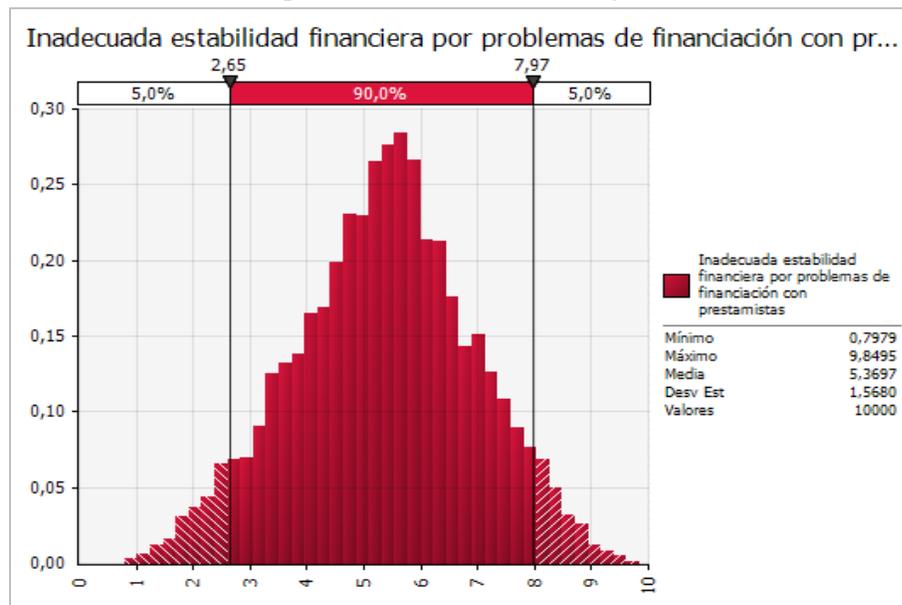


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.79 y 8.18 con una media de 5.57; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.10, que muestra una concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.62, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.08% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora es moderado según la evaluación de riesgos ejecutada, explicado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia, porque generalmente los contratistas por su falta de experiencia y/o capacitación, no tienen manejo de conceptos administrativos y legales al momento de ejecutar contratos y, así mismo, una probabilidad de impacto medio/alto sobre el presupuesto de la obra, por materialización de riesgos de conflictos de interés y posibles disputas por ausencia de conocimiento de las obligaciones

contractuales en cabeza del contratista y que serán demandas por parte de la constructora en cumplimiento de lo pactado en el contrato, lo cual generalmente conduce a reprocesos operativos.

**Gráfico 104.** Criticidad del riesgo de inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas: Económico y financiero

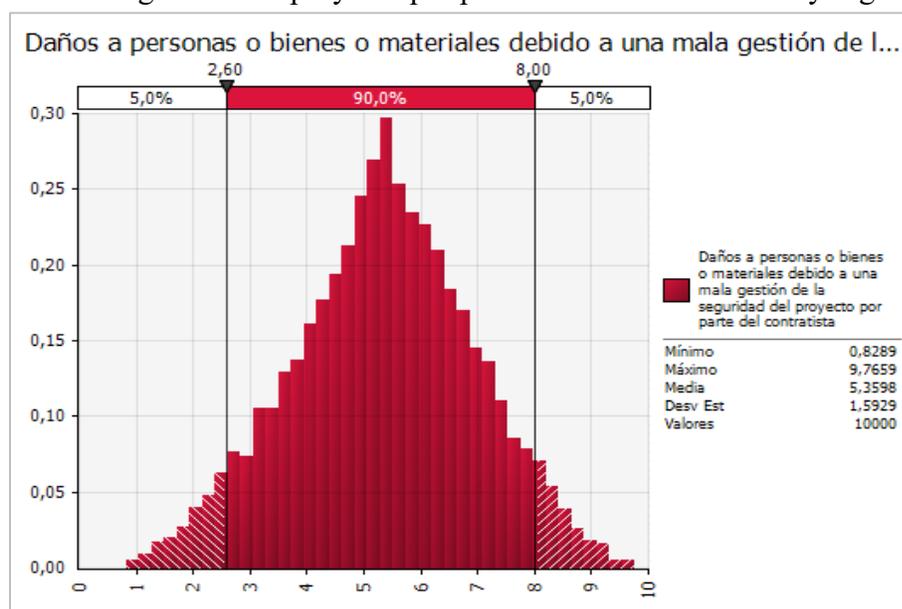


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.65 y 7.97 con una media de 5.36; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0729, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.56, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.10% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de una inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas es moderado, acorde a la evaluación de riesgos ejecutada, evidenciado en la combinación de una baja probabilidad

de ocurrencia por las medidas de prevención tomadas por parte de la constructora, donde de manera habitual para el inicio de los proyectos se adjudican anticipos a los contratistas, lo que evita iliquidez en el tiempo de ejecución de los proyectos y el desarrollo de los procesos constructivos; no obstante, se identificó una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por la materialización de un riesgo crédito con prestamistas del mercado bancario y prestamistas informales, que generan intereses demasiado onerosos de pagar en el corto y mediano plazo para un contratista con considerables responsabilidades económicas con sus trabajadores, de acuerdo al número de obras a su cargo y que, finalmente, generan el pare de las actividades contratadas y hasta la quiebra del contratista por su mala gestión financiera, lo cual afecta el desarrollo de los procesos constructivos contratados por la constructora. Dado los resultados anteriores, se evidencia la oportunidad de implementar controles preventivos adicionales que mitiguen su posible materialización, especialmente con un enfoque en el contratista, ya sea por medio de la adquisición de pólizas de cumplimiento y capacitación del contratista en conceptos básicos financieros aplicados a la compañía.

**Gráfico 105.** Criticidad del riesgo de daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista: Salud y seguridad

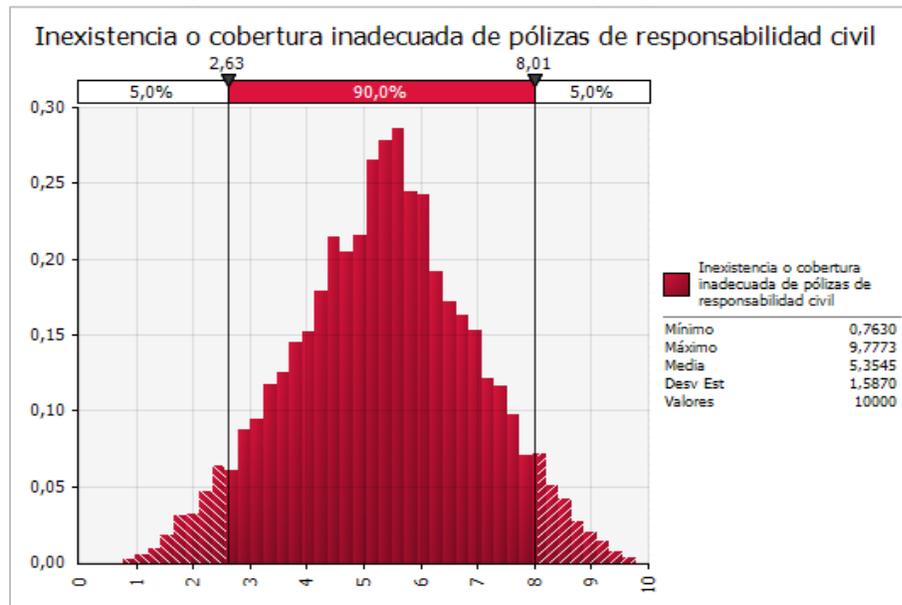


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de daños a personas o bienes o materiales, debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista, evidencia cómo los valores

toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.60 y 8.00 con una media de 5.35, así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0681, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.59, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.71% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista es moderado, según los resultados de la evaluación financiera ejecutada, explicado en una baja probabilidad de ocurrencia, porque a pesar de que es un riesgo innato del sector de la construcción, siempre se realiza un acompañamiento permanente por parte de la constructora para evitar que se generen daños a terceros, que puedan perjudicar los proyectos y las partes involucradas, así mismo, se identificó una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra, por la repercusión en términos de imagen y reputación de la obra que se desarrolla y generalmente compromete recursos financieros considerables para enmendar el costo del deterioro de materiales, bienes y equipos, así como los retrasos en el cronograma de trabajo para empresa y la gestiones con las compañías aseguradoras, para cubrir los daños de responsabilidad civil con los terceros. Lo anterior, evidencia la oportunidad de brindar la adecuada capacitación y entrenamiento al personal encargado y ejecutar los debidos controles de salud y seguridad en el trabajo por parte del contratista.

**Gráfico 106.** Criticidad del riesgo de inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil: Contractual y legal

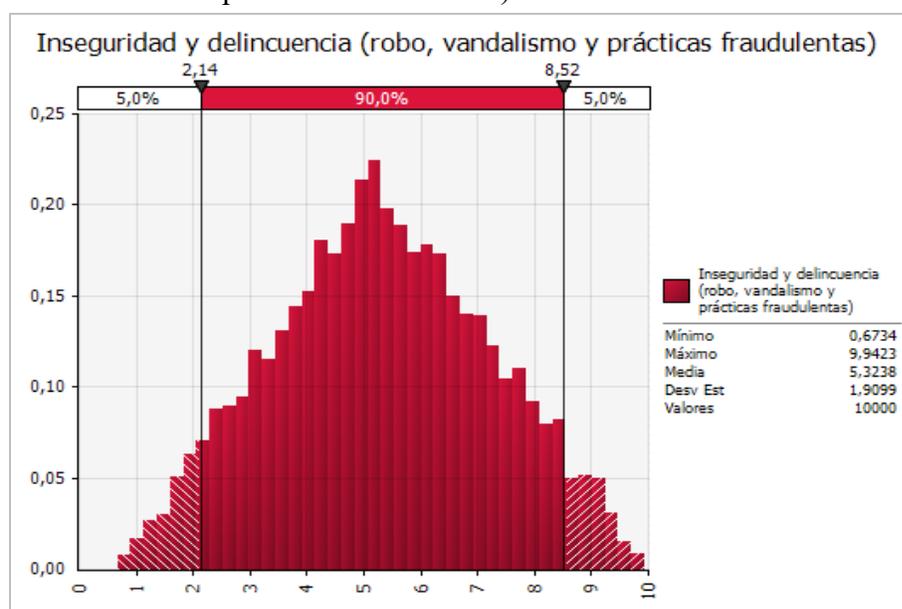


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.63 y 8.01 con una media de 5.35; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0428, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha y la cola es más larga a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.58, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.53% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil es moderado, según los resultados de la medición de riesgos ejecutada, explicado por la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo, porque dentro de las exigencias de las constructoras para adjudicar contratos, el requisito de expedición de pólizas es completamente obligatorio, esto con el fin de respaldar el proyecto y las partes involucradas durante su tiempo de ejecución; así mismo, se evidencia una alta probabilidad de un impacto sobre el presupuesto de la obra ante su

materialización, porque las consecuencias producto de la inexistencia o ineficacia de la póliza de seguro de responsabilidad civil, representa generalmente una pérdida financiera considerable para el contratista, que afecta de manera consecuente a la constructora, por responder solidariamente en la reparación de daños que pueden estar asociados a accidentes y muertes, entre otros. Dado lo anterior, es de suma importancia ejecutar un monitoreo al inicio o renovación del contrato, de la existencia y cobertura de las pólizas, así como las fechas de caducidad para su renovación, en caso de que se requiera.

**Gráfico 107.** Criticidad del riesgo de inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas): Social

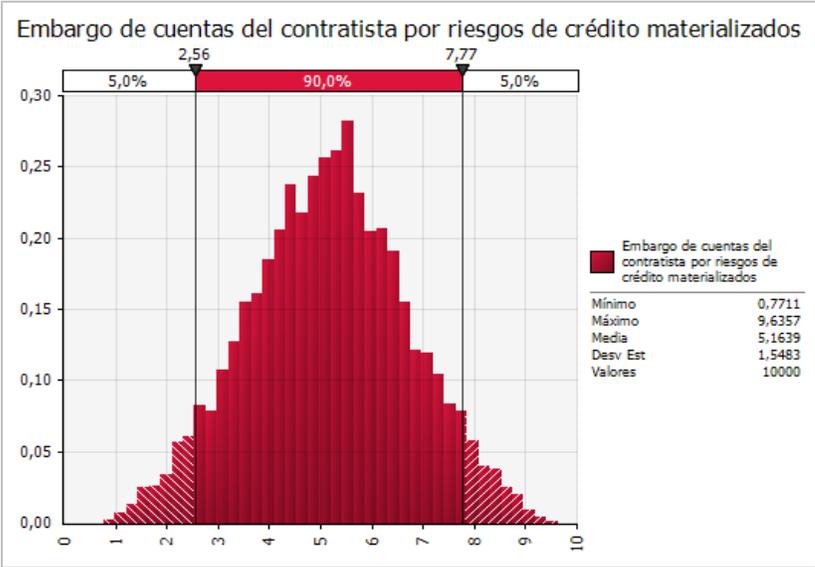


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de inseguridad y delincuencia, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.14 y 8.52 con una media de 5.32; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.008, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.90, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.71% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media

de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de la inseguridad y delincuencia es moderado respecto al promedio de riesgos analizados en el estudio, evidenciado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, debido a las oportunidades de mejora que tienen los contratistas a la hora de seleccionar el personal de mano de obra, ya que no cumplen con un proceso completo de identificación y referenciación de sus trabajadores antes de realizar los procesos de contratación y afiliación a seguridad social; de igual forma, se tiene una probabilidad media de un impacto en el presupuesto de la obra, por las consecuencias financieras que generan los costos de protegerse o responder solidariamente ante eventos de inseguridad y delincuencia por medio de fraudes, robos y vandalismo en un entorno interno y externo a nivel país, sumado a las condiciones sociales de la mayoría de obreros contratados para el sector de la construcción, que puedan generar este tipo de riesgo; es preciso anotar que los gerentes de proyectos y contratistas han ganado experiencia en este campo a lo largo de los años y muchos tienden a transferir el riesgo por medio de los seguros, o en otras ocasiones, se realiza un estudio de localización y riesgos antes de iniciar una obra. Dado lo anterior, es de suma importancia implementar un seguimiento permanente a la estadística de robos o vandalismo del sector de la obra y la cobertura de pólizas.

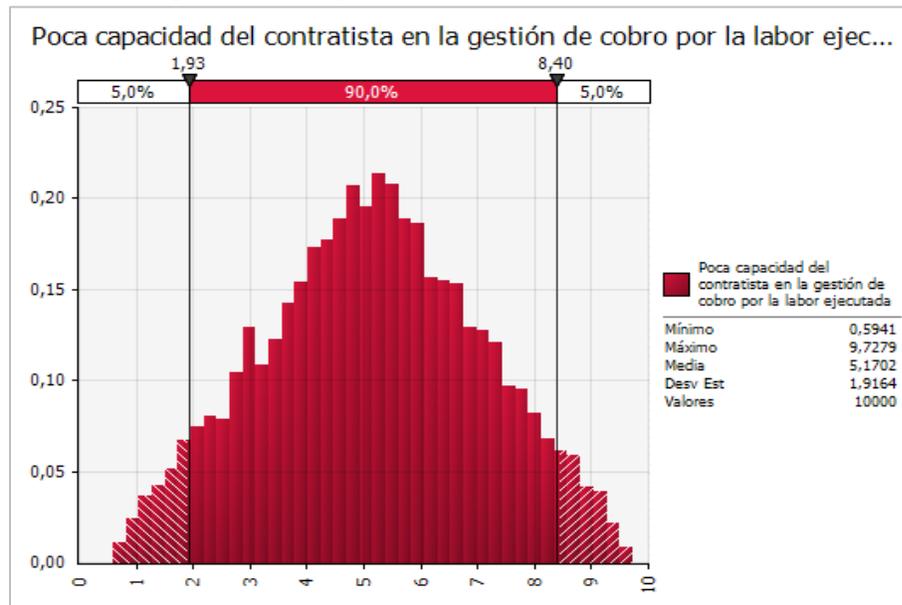
**Gráfico 108.** Criticidad del riesgo de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados: Económico y financiero



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.56 y 7.77 con una media de 5.16; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0102, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.54, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.84% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de un embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados es moderado, según el análisis ejecutado, explicado en la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia, porque durante la adjudicación de los contratos se realizan estudios previos que indican la capacidad adquisitiva y de endeudamientos de los contratistas, adicionalmente, si el proceso de embargo ocurre durante el tiempo de ejecución, se podrá recurrir a las pólizas emitidas para respaldar el proyecto y, así mismo, una alta probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra ante su materialización, porque al embargar sus cuentas se pueden perder recursos que habían sido consignados para gestionar obligaciones laborales, operativas y administrativas e, igualmente, este tipo de incautación es una medida que puede tener lugar por iniciativa de la administración pública o consecuencias económicas, producto de una decisión de los tribunales, adoptada durante un proceso judicial en contra. De esta manera, se evidencia que se pueden implementar controles como la adquisición de pólizas de cumplimiento y capacitación al contratista en finanzas y riesgo crédito.

**Gráfico 109.** Criticidad del riesgo de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada: Administrativo

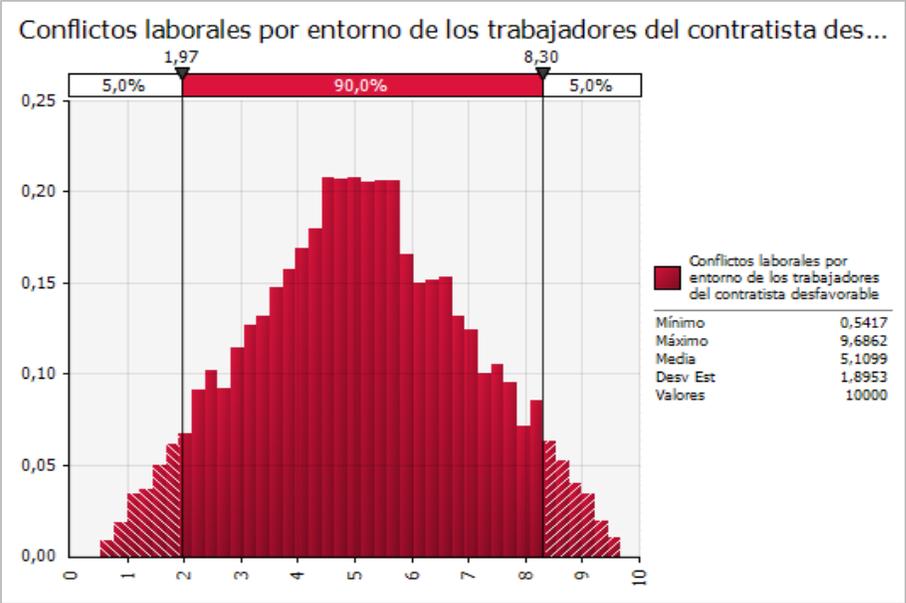


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.93 y 8.40 con una media de 5.17; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0259, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.91, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 36.94% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada es moderado respecto a los resultados de la evaluación de riesgos, esto evidenciado en la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, porque muchos de los contratistas han adquirido experiencia en la gestión de cobro de la labor ejecutada con el paso de los años, mientras que un contratista con poca experiencia, se debe regir por los presupuestos contractuales manejados por su respectiva gerencia, independiente de que con estos valores se pueda o no cubrir los gastos administrativos y salariales de su

personal y organización; de igual forma, se evidenció una probabilidad media de impacto sobre el presupuesto de la obra, con la ausencia de liquidez para dar cumplimiento a las obligaciones contractuales por parte del contratista, y las posibles consecuencias legales y operativas con sus trabajadores por la falta de nómina. Dado lo anterior, se evidencia la necesidad de implementar un control y registro oportuno de la labor ejecutada por el contratista, para tener soporte y sustento de realizar su cobro con base en la unidad de medida del proceso constructivo a su cargo.

**Gráfico 110.** Criticidad del riesgo de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable: Social

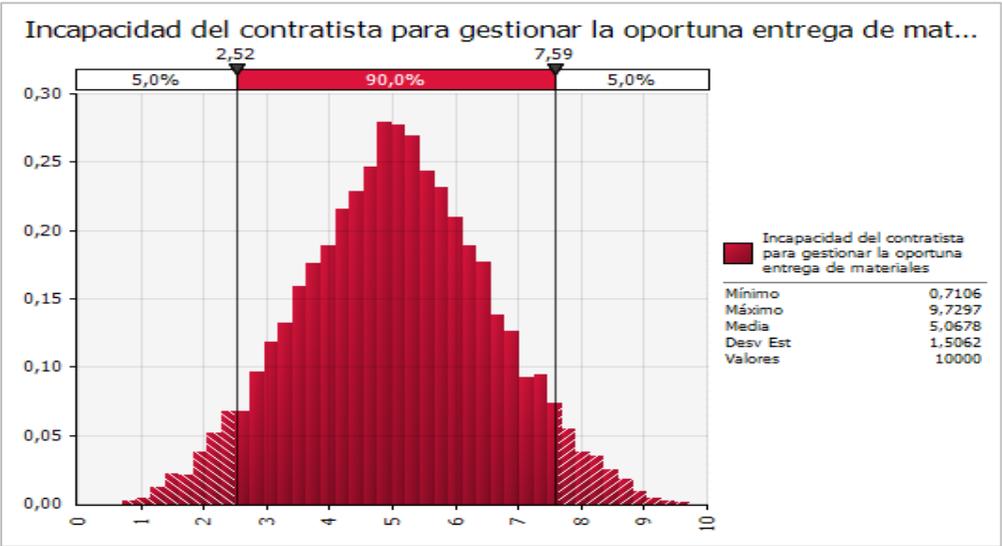


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.97 y 8.30 con una media de 5.10; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de -0.0153, que muestra una leve concentración de los datos a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.89, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 37.05% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el

coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable es moderado, según el resultado del análisis ejecutado, explicado en la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, porque la constructora a través de los encargados por actividades es capaz de identificar posibles conflictos en el proceso, ante el trabajo bajo presión del personal del contratista que se presenta normalmente en las construcciones y, así mismo, se evidencia una probabilidad media de un impacto sobre el presupuesto de la obra para el contratista y, finalmente, tiene una repercusión manejable para la administración de la obra en general, dado que se ha constatado que los conflictos laborales son comunes en cualquier sector productivo y ambiente laboral, teniendo un manejo aceptable por parte del contratista respecto a la mejora del entorno desfavorable o la renuncia o despido de la mano de obra inconforme, que finalmente bajo un escenario ácido, pudieran retrasar el cronograma de la obra con un impacto moderado. Dado lo anterior, se recomienda implementar un comité de convivencia laboral donde se puedan llevar estos casos.

**Gráfico 111.** Criticidad del riesgo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales: Operativo

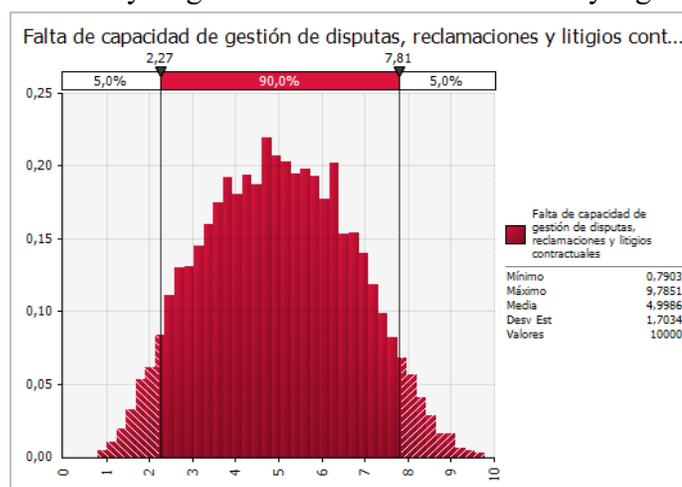


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución triangular, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se

encuentran entre 2.52 y 7.59 con una media de 5.06; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0273, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.50, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 29.64% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión medio. El nivel de criticidad de incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales es moderado, según los resultados del análisis de riesgos ejecutado, de acuerdo a la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo, porque la constructora por su capacidad operacional es la encargada de la gestión y suministro de los materiales y, de igual forma, se observa una probabilidad alta de impacto sobre el presupuesto de la obra ante su materialización, por los costos financieros que produce los retrasos operativos por falta de planeación en la entrega de materiales para ejecutar los procesos de construcción, teniendo el personal contratado parado hasta que la entrega de materiales se haga efectiva. Para este caso particular, se recomienda establecer controles preventivos desde el inicio de la relación contractual, por medio de cláusulas de cumplimiento del horario y especificaciones para la solicitud de materiales.

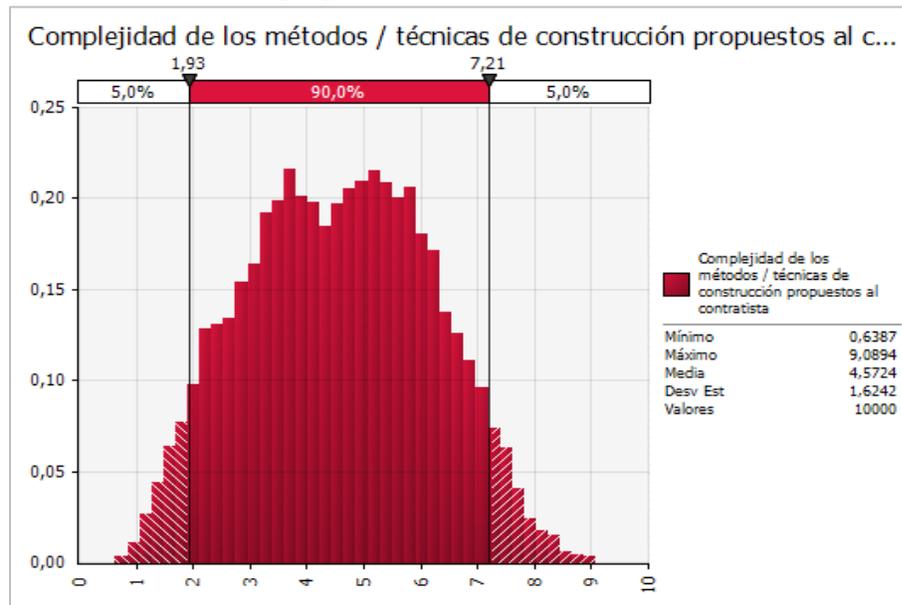
**Gráfico 112.** Criticidad del riesgo de falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales: Contractual y legal



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.27 y 7.81 con una media de 4.99; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0380, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una probabilidad media de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero significativo, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.70, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 34.06% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de la falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales es moderado respecto al promedio de resultados del estudio financiero de riesgos, explicado por la combinación de una probabilidad media de ocurrencia del riesgo, porque las constructoras con su departamento de gestión realizan un acompañamiento y capacitación permanente a los contratistas, con el fin de buscar conciliaciones y minimizar las posibilidades de que los trámites con terceros vayan dirigidos hacia vías legales, con condiciones mucho más dispendiosas y extensas, ya que los contratistas no cuentan en su organigrama con un área especializada en temas legales; de igual forma, se evidencia un impacto medio/bajo sobre el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que genera la gestión y asesoría legal en posibles demandas, disputas, reclamaciones y litigios interpuestos por algún empleado o tercero, no obstante, normalmente se cuenta con profesionales en el mercado que puedan disminuir el impacto de este riesgo a medio o bajo. Dado lo anterior, es importante implementar un monitoreo que ejecute el seguimiento a los conflictos legales activos de contratista y que pueda impactar los intereses de la obra.

**Gráfico 113.** Criticidad del riesgo de complejidad de los métodos y /o técnicas de construcción propuestas al contratista: Técnicos

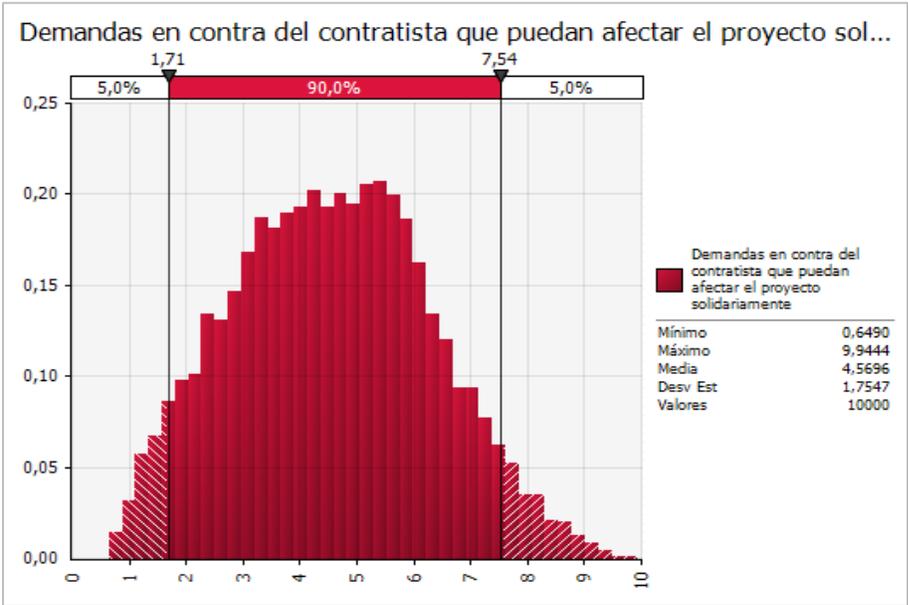


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.93 y 7.21 con una media de 4.57; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0496, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero moderado, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.62, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 35.44% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de la complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista es bajo respecto al promedio de riesgos evaluados en el estudio, explicado por la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia del riesgo, porque generalmente la estrategia de la constructora al momento de hacer la selección de sus contratistas, se fundamenta en determinar la experiencia técnica de cada grupo de trabajo según el tipo de labor a ejecutar y, de igual forma, se evidenció una probabilidad media de impacto sobre el presupuesto de la obra, por las consecuencias

financieras que genera el tiempo invertido en la curva de aprendizaje del contratista, respecto a la técnica o método de construcción solicitada en el proceso constructivo; además, es posible que genere la contratación de personal experto adicional y esto afectaría el presupuesto de mano de obra y los tiempos de entrega. Se recomienda implementar controles preventivos por medio de capacitación y entrenamiento al personal enfocado en las especificaciones técnicas propuestas.

**Gráfico 114.** Criticidad del riesgo de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente: Contractual y legal

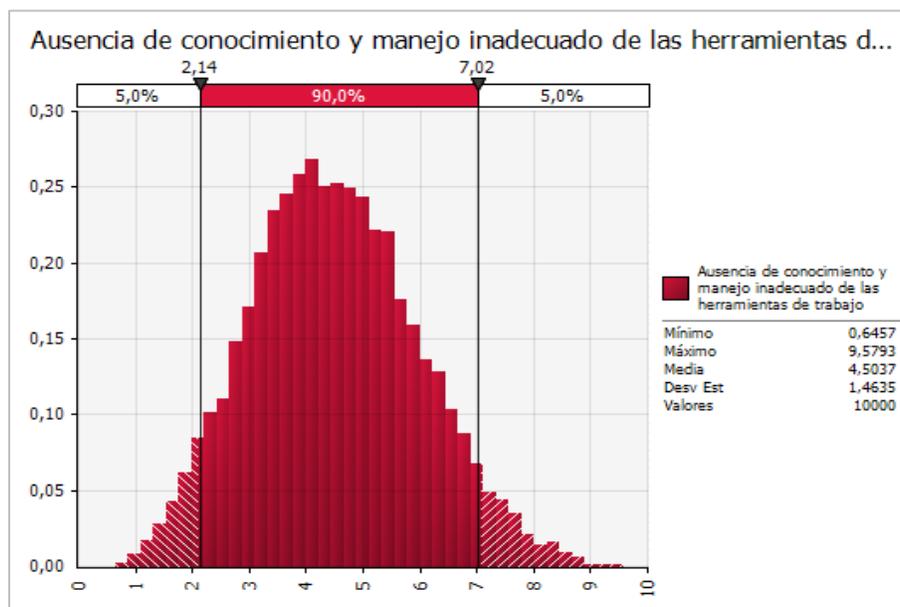


Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 1.71 y 7.54 con una media de 4.56; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.0857, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero moderado, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.75, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 38.37% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos

analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente es bajo, según los resultados de la medición de riesgos ejecutada, esto evidenciado por la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia, porque las empresas con sus sistemas de gestión exigen cada vez más a los contratistas que cumplan con sus estándares de calidad y seguridad, minimizando el riesgo de demandas y procesos legales y, de igual forma, se evidenció una probabilidad media de impacto sobre el presupuesto de la obra, a razón de las consecuencias financieras que genera responder solidariamente las demandas impartidas al contratista y la asesoría legal que conlleva poder defender los intereses del proyecto y los terceros involucrados, no obstante, normalmente se cuenta con profesionales en el mercado que puedan disminuir el impacto de este riesgo y evitar que sea alto para el presupuesto proyectado y ejecutado. Dado lo anterior, se recomienda implementar un monitoreo de los diferentes conflictos legales que se presenten a los contratistas y constatar el estado de demandas activas vinculadas con la obra en los juzgados y, de igual forma, solicitar certificado de paz y salvo del Ministerio de Trabajo.

**Gráfico 115.** Criticidad del riesgo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo: Operativo.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico de criticidad del riesgo de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo, evidencia cómo los valores toman un comportamiento de una función de distribución normal, en la cual se puede evidenciar que el 90% de los valores se encuentran entre 2.14 y 7.02 con una media de 4.50; así mismo, se identificó un coeficiente de asimetría de 0.206, que muestra una leve concentración de los datos a la izquierda y la cola es más larga a la derecha, lo cual indica una alta probabilidad de materialización del riesgo con un nivel de riesgo financiero moderado, dada su probabilidad de ocurrencia e impacto en el presupuesto de la obra. La desviación estándar de los datos es de 1.46, lo cual da como resultado un coeficiente de variación del 32.44% respecto a la media, dicho coeficiente en comparación con el coeficiente de variación media de los otros riesgos analizados, resulta en un grado de dispersión alto. El nivel de criticidad de ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo es bajo, de acuerdo a los resultados de la evaluación de riesgos ejecutada, explicado por la combinación de una baja probabilidad de ocurrencia, porque a cada contratista se le exige por parte de la constructora un plan de gestión en donde el personal recibe capacitaciones periódicas para el manejo adecuado de las herramientas de trabajo y, de igual forma, se evidenció una probabilidad media de impacto sobre el presupuesto de la obra, por los costos producidos por los retrasos en tiempos del proyecto o posibles daños de las herramientas de trabajo, que normalmente son producidos por eventos de riesgo operacional de la mano de obra sin experiencia y sin buena mentoría de su equipo de trabajo. Dado lo anterior, se recomienda implementar controles preventivos para evitar su materialización como inducciones al contratista en el inicio del contrato de mano de obra, sobre el manejo de las herramientas de trabajo y mantener capacitaciones permanentes con los proveedores de equipos y nuevas tecnologías que se están utilizando en el proyecto.

### **5.3. Control y monitoreo**

El objetivo específico de este capítulo es proponer medidas de control de riesgos financieros, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación, con el objetivo de fortalecer el sistema de control interno en el proceso de contratación de mano de obra, por parte de las constructoras y contratistas que intervienen de manera activa en dicho contrato. Así mismo,

se busca establecer indicadores financieros y de gestión que permitirán implementar un proceso estructurado de monitoreo de riesgos con enfoque crítico y aplicado a la realidad.

**Tabla 5.** Descripción de medidas de control y monitoreo del riesgo e indicadores

Riesgo	Control y Monitoreo
<p>Baja productividad laboral de la mano de obra contratada. (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Contrastar la cantidad de obra planeada vs la ejecutada para evidenciar los niveles de productividad y poner metas al contratista, de tal manera que se involucre en la motivación y selección de personal altamente productivo.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Seguimiento quincenalmente de la ejecución de la actividad, estableciendo indicadores de cumplimiento a los rendimientos mínimos para las cuadrillas de trabajo.</p> <hr/> <p><b>Indicador: Nivel de Ejecución (NE):</b> Cantidad de obra planeada (COP) / Cantidad de obra ejecutada (COE).</p> <p><b>Si NE = 1</b> Indica que los niveles de productividad de mano de obra contratada se encuentran en niveles estables, acorde a la planeación inicial en obra.</p> <p><b>Si NE &lt; 1</b> Indica una baja productividad laboral de la mano de obra contratada y, por ende, se debe alinear al contratista con los compromisos pactados en el contrato para que ajuste su rendimiento al requerido.</p> <p><b>Si NE &gt; 1</b> Indica una alta productividad de la mano de obra contratada, incluso por encima de la planeada y requerida, este debe ser el objetivo operativo.</p>
<p>Errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista. (Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Capacitar por parte de la constructora o la agremiación al contratista en el manejo de rendimientos de mano de obra, según la unidad de medida del proceso constructivo a ejecutar y estandarizar tabla de precios según unidad de medida y oferta de mercado.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar cotización de precios, por cantidad de mano de obra suministrada, según estándares brindados por la constructora y el mercado mismo.</p>

	<p><b>Indicador: Contraste en Mano de Obra (CMO):</b> Precios nuevos / Precios de mercado.</p> <p><b>Si CMO = 1</b> Indica que la proyección de precios y mano de obra contratada está alineada con el nivel de precios estándar del mercado.</p> <p><b>Si CMO &lt; 1</b> Indica que la proyección de precios y mano de obra contratada está por debajo de los precios de mercado y de acuerdo al nivel de subvaloración del presupuesto final, se debe establecer el riesgo de incumplimiento por parte del Contratista.</p> <p><b>Si CMO &gt; 1</b> Indica que la proyección de precios y mano de obra contratada está por encima de los precios de mercado y de acuerdo al nivel de sobrevaloración del precio final, se debe establecer el riesgo de tener un impacto relevante en el presupuesto de mano de obra del proceso constructivo.</p>
<p>Falta de disponibilidad de personal experto y técnico. (Técnicos)</p>	<p><b>Control:</b> Mantener el 50% del personal con antigüedad mínimo de un año en la empresa, desde el inicio hasta la finalización de la obra, así mismo, se recomienda brindar capacitación y entrenamiento al personal con menor experiencia.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar por parte de la constructora, la antigüedad de la mano de obra contratada en la afiliación a la seguridad social y solicitar certificación de capacitación y entrenamiento para el personal contratado.</p>
	<p><b>Indicador: Experiencia de Mano de Obra (EMO):</b> Cantidad Mano de obra con más de un año de continuidad en la afiliación a seguridad social / Cantidad mano de obra en el mes.</p> <p><b>Si EMO = 0,5</b> Indica que el personal cumple con la antigüedad requerida.</p> <p><b>Si EMO &lt; 0,5</b> Indica que el personal antiguo está por debajo del solicitado en el contrato y se debe establecer el riesgo de obtener un impacto relevante en la falta de personal experto y técnico.</p> <p><b>Si EMO &gt; 0,5</b> Indica que el personal antiguo está por encima del solicitado en el contrato y se debe establecer las ventajas de tener un mayor personal experto y técnico.</p>
<p>Inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Crear una base de datos por parte de la constructora, con el personal disponible en cada obra por parte del contratista, que permita mantener actualizada una información mínima de estos, entre ellas, los datos personales de la mano de obra contratada, las especialidades y experiencia.</p>

	<p><b>Monitoreo:</b> Verificar semestralmente la información mínima del personal a través de la base de datos (respetando las políticas de tratamiento y protección de datos personales).</p>
<p>Incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista. (Técnicos)</p>	<p><b>Indicador: Registro de personal (RP):</b> Cantidad de personal operativo registrado en base de datos/Cantidad de personal operativo laborando.</p> <p><b>Si RP = 1</b> La mano de obra registrada es óptima.</p> <p><b>Si RP &lt; 1</b> El proceso de registro de la mano de obra es deficiente y se debe establecer metodologías para mejorar el proceso de registro.</p> <p><b>Control:</b> Establecer límites de rendimiento por actividad y objetivos de cumplimiento, implementando indicadores que midan el grado de ejecución vs tiempo proyectado de entrega, para hacer ajustes en caso de una desviación.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificación mensual de los rendimientos en los equipos de trabajo por medio de los indicadores propuestos.</p> <p><b>Indicador: Cumplimiento en la Entrega (CE):</b> Tiempos de entrega reales / Tiempo de entrega proyectados.</p> <p><b>Si CE = 1</b> Indica el cumplimiento de los tiempos de entrega, según la capacidad de trabajo, está en los niveles esperados acorde a la planeación inicial de la obra.</p> <p><b>Si CE &lt; 1</b> Indica que los cumplimientos de entrega están por debajo de los programados y, por ende, se debe alinear al contratista con los compromisos pactados en el contrato para que ajuste su rendimiento al requerido.</p> <p><b>Si CE &gt; 1</b> Indica que los cumplimientos de entrega están por encima de los programados y el nivel de eficiencia del contratista supera las expectativas.</p>
<p>Capacidad insuficiente para atender un elevado número de obras. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Evaluar la capacidad del contratista actual tanto administrativa como técnicamente, para gestionar un determinado número de trabajadores, solicitando certificación de afiliación a seguridad social y número de obras en ejecución al iniciar el proyecto.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Realizar seguimiento mensual al comportamiento de la gestión administrativa técnica y operativa, con la verificación a la afiliación de seguridad social, relacionando el número de personas contratadas que son asignadas a cada obra o proyecto.</p>

	<p><b>Indicador: Capacidad de Personal por Obra (CPO):</b> Total de personal contratado disponible / Número de personas requerido para la ejecución de obra.</p> <p><b>Si (CPO) =1</b> Tiene capacidad suficiente para atender nuevas obras.</p> <p><b>Si CPO) &lt;1</b> Capacidad insuficiente para atender nuevas obras.</p> <p><b>Si (CPO) &gt;1</b> Tiene capacidad sobresaliente para la atención de nuevas obras.</p>
<p>Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer visitas iniciales y periódicas al sitio donde se desarrolla la actividad por parte de la mano de obra contratada, para verificación de las condiciones en que se desarrollan los procesos constructivos a su cargo.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Establecer reuniones mensuales para analizar el cumplimiento de las condiciones establecidas al contratista, así mismo, registrar las visitas ejecutadas por el contratista o su delegado al sitio.</p>
	<p><b>Indicador: Gestión de Supervisión del Contratista (GSC):</b> Reuniones de seguimiento realizadas por el contratista / Reuniones programadas.</p> <p><b>Si GSC= 1</b> Buena gestión y supervisión del sitio por parte del contratista.</p> <p><b>Si GSC&lt; 1</b> Baja o mala gestión del sitio por parte del contratista.</p>
<p>Falta de experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer filtro calificativo de experiencia en la actividad a desarrollar a través de certificados en el proceso de selección y contratación de la constructora, así mismo, ejecutar un proceso de inducción y entrenamiento al contratista nuevo para validar su experiencia.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar veracidad de la información suministrada por el contratista y generar una calificación de la evaluación ejecutada que ayude a la toma de decisiones.</p>
	<p><b>Indicador: Experiencia en el Proceso (EP):</b> Número de años de experiencia certificables / Número de años solicitados de experiencia.</p> <p><b>Si EP = 1</b> Indica que el cumplimiento de experiencia según las certificaciones está en los niveles esperados acorde a lo solicitado por la obra.</p> <p><b>Si EP &lt; 1</b> Indica que el cumplimiento de experiencia según las certificaciones no cumple con lo solicitado por la obra.</p>

	<p><b>Si EP &gt; 1</b> Indica que el cumplimiento de experiencia según las certificaciones, supera las expectativas solicitadas por la obra.</p>
<p>Ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo (Salud y seguridad)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir en el momento de contratación de mano de obra, el cumplimiento de las normas establecidas para la seguridad y salud en el trabajo, como requisito mínimo para poder hacer efectivo el contrato.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar por medio de auditorías internas por parte de la constructora, el cumplimiento de las medidas normativas de seguridad y salud en el trabajo, así mismo, verificar el resultado de la supervisión ejecutada por su ARL y el Ministerio de Trabajo.</p>
	<p><b>Indicador: Auditoría al Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo- SG-SST (ASG):</b> % de calificación del SG-SST del contratista / % de calificación mínimo solicitada por la obra.</p> <p><b>Si ASG = 1</b> Indica el cumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra.</p> <p><b>Si ASG &lt; 1</b> Indica el incumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra y se debe evaluar la continuidad de la empresa contratista.</p> <p><b>Si ASG &gt; 1</b> Indica que el cumplimiento de los requisitos del SG-SST supera la calificación solicitada por la obra.</p>
<p>Estructura organizacional inadecuada del contratista. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir al contratista un balance mensual entre cantidad de trabajadores en el área administrativa y personal operativo, para generar una escala que le permita mantener un staff administrativo para cumplir con los requisitos legales y contractuales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificación mensual de la documentación legal vigente del personal contratado por parte del contratista, que permita asegurar cantidad de empleados contratados y solicitar certificación del contratista del porcentaje de personal operativo vs administrativo</p>
	<p><b>Indicador: Estructura Organizacional (EO):</b> Personal administrativo durante el mes, solicitada por la constructora/ Cantidad Mano de obra total administrativa en la afiliación a seguridad social.</p> <p><b>Si EO = 1</b> La empresa cumple con el personal administrativo que le permite mantener una adecuada estructura organizacional.</p> <p><b>Si EO &lt; 1</b> La empresa no cumple con el personal administrativo que le permite mantener una adecuada estructura organizacional solicitado por la constructora.</p>

	<p><b>Si EO &gt; 1</b> La empresa cumple con el personal administrativo superior al solicitado por la constructora, se debe establecer el riesgo de tener un impacto relevante en los gastos financieros, por exceso en gastos de nómina en personal administrativo.</p>
<p>Errores de construcción que conducen a reprocesos. (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer procesos precedentes a cada actividad y durante la ejecución de esta, por medio de registros y documentación oficial de la obra con periodicidad diaria.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificación y recibo de las actividades en cada proceso constructivo, para poder continuar con la actividad siguiente y así evitar reprocesos de gran impacto.</p>
	<p><b>Indicador: Reprocesos por Errores (RE):</b> Desviaciones identificadas en la ejecución/ Desviaciones toleradas en la obra.</p> <p><b>Si RE = 1</b> Las desviaciones o reproceso están en niveles aceptados.</p> <p><b>Si RE &lt; 1</b> Las desviaciones o reproceso están en niveles óptimos.</p> <p><b>Si RE &gt; 1</b> Las desviaciones o reproceso no cumplen con lo previsto por la obra y se debe establecer el riesgo de tener un impacto relevante en los gastos financieros, por exceso en gastos de reproceso que puedan impactar la continuidad de la obra.</p>
<p>Retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos en el paquete de trabajo / proceso (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Definir una programación y cronograma para cada proceso constructivo a desarrollar, con el objetivo de evidenciar puntos de inflexión en tiempo o costos por parte del contratista, y generar medidas de tratamiento con la mano de obra contratada.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Seguimiento de la programación y cronograma proyectado, constatando periódicamente el avance o retraso de cada actividad.</p>
	<p><b>Indicador: Retrasos e Interrupciones (RI):</b> Impacto económico causado por retrasos o interrupciones del contratista/ Impacto económico tolerable por retrasos o interrupciones.</p> <p><b>Si RI = 1</b> El impacto económico por retrasos o Interrupciones son los esperados.</p> <p><b>Si RI &lt; 1</b> El impacto económico por retrasos o Interrupciones son favorables, al estar por debajo de los esperados y el contratista ejecuta bien sus procesos constructivos.</p> <p><b>Si RI &gt; 1</b> El impacto económico por retrasos o Interrupciones son superiores a los tolerables y se debe establecer el riesgo de tener un impacto relevante en los</p>

	gastos financieros, por retrasos o interrupciones que puedan impactar la continuidad de la obra.
Falta de disponibilidad de personal: encargados, oficiales y ayudantes.  (Administrativos)	<p><b>Control:</b> Cumplir oportunamente con todas las obligaciones legales y contractuales pactadas con el trabajador y establecer encuestas de satisfacción y ambiente laboral, que permitan mejorar las condiciones laborales para asegurar la retención y disponibilidad del personal. Por otro lado, asegurar en la planeación administrativa la cantidad de mano obra suficiente vs la cantidad de obras a cargo.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar por parte de la constructora, la antigüedad de la mano de obra contratada en la afiliación a la seguridad social y solicitar certificación de capacitación y entrenamiento para el personal contratado.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad de Personal por Obra (CPO):</b> Total de personal contratado disponible / Número de personas requeridas para la ejecución de obra.</p> <p>Si (CPO) =1 Tiene capacidad suficiente para atender nuevas obras.</p> <p>Si CPO) &lt;1 Capacidad insuficiente para atender nuevas obras.</p> <p>Si (CPO) &gt;1 Tiene capacidad sobresaliente para la atención de nuevas obras.</p>
Errores de diseño e ingeniería deficiente no identificado por el contratista  (Técnicos)	<p><b>Control:</b> Implementar una revisión preliminar de diseño antes de presentar propuesta económica por parte del contratista, así mismo, socializar los diseños al inicio de la contratación con sus encargados y oficiales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar una lista de verificación de requisitos básicos de diseño e ingeniería del proceso, acorde al contrato preliminar. De igual forma, ejecutar reuniones periódicas con el fin de aclarar dudas y socializar los adelantos de obra.</p>
	<p><b>Indicador: Errores de Diseño e Ingeniería (EDI):</b> Impacto económico causado por errores de diseño e ingeniería del contratista/ Nivel de impacto económico tolerable por errores de diseño e ingeniería por la constructora.</p> <p>Si EDI = 1 El impacto económico por errores de diseño e ingeniería del contratista son los esperados.</p> <p>Si EDI &lt; 1 El impacto económico por errores de diseño e ingeniería son favorables al estar por debajo de los esperados y el contratista ejecuta bien sus procesos constructivos.</p> <p>Si EDI &gt; 1 El impacto económico por errores de diseño e ingeniería del contratista son superiores a los tolerables y se debe establecer el riesgo de tener un impacto relevante en los</p>

	<p>gastos financieros, por errores de diseño e ingeniería que puedan impactar la continuidad de la obra.</p>
<p>Muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción. (Salud y seguridad)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar un programa de trabajo seguro en alturas, que incluya capacitación y entrenamiento periódico del personal, y el cumplimiento de las demás actividades del Sistema de Gestión de seguridad y salud en el trabajo.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Implementar ficha estadística y ejecutar seguimiento de cada contratista para los planes de acción tendientes a reducir o eliminar el riesgo de muerte o accidente ocurridos durante la construcción, teniendo como base mínimo los últimos 5 años.</p>
	<p><b>Indicador: Auditoría al Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo- SG-SST (ASG):</b> % de calificación del SG-SST del contratista/ % de calificación mínimo solicitada por la obra.</p> <p><b>Si ASG = 1</b> Indica el cumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra.</p> <p><b>Si ASG &lt; 1</b> Indica el incumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra y se debe evaluar la continuidad de la empresa contratista, teniendo como base las estadísticas de los accidentes e incidentes en los últimos 5 años.</p> <p><b>Si ASG &gt; 1</b> Indica que el cumplimiento de los requisitos del SG-SST supera la calificación solicitada por la obra.</p>
<p>Planificación y presupuesto de mano de obra del contratista inadecuado o deficiente. (Administrativo)</p>	<p><b>Control:</b> Capacitar por parte de la constructora o la agremiación al contratista en el manejo de planificación y presupuestos de mano de obra, según el tipo de proceso constructivo a ejecutar y las horas/hombre promedio del mercado para ejecutar dicho proceso.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar un seguimiento periódico al presupuesto de mano de obra planeado vs el presupuesto de mano obra ejecutado, con el objetivo de poder hacer ajustes o análisis con base a las desviaciones de horas/hombres reales.</p>
	<p><b>Indicador: Planificación Mano de Obra Contratada (PMOC):</b> Cantidad de mano de obra ejecutada por el contratista / Cantidad de mano de obra programada por la obra.</p> <p><b>Si PMOC = 1</b> La cantidad de mano de obra ejecutada por el contratista, cumple con la cantidad de mano de obra programada.</p> <p><b>Si PMOC &lt; 1</b> La cantidad de mano de obra ejecutada por el contratista, no cumple con la cantidad de mano de obra programada y se debe establecer el riesgo de tener un</p>

	<p>impacto relevante en los gastos financieros, por la mala planificación y presupuesto, que puedan impactar la continuidad de la obra</p> <p><b>Si PMO &gt; 1</b> La cantidad de mano de obra ejecutada por el contratista, supera favorablemente la cantidad de mano de obra programada.</p>
<p>Incumplimientos de responsabilidades y pagos de seguridad social. (Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar como requisito obligatorio al momento de la contratación, la entrega mensual por parte del contratista de las planillas de seguridad social del personal que se encuentra en obra.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar que el personal que se encuentra en las planillas de afiliación corresponda al personal que está en obra, así mismo, ejecutar una verificación del pago oportuno por este concepto.</p>
	<p><b>Indicador: Cumplimiento de Pagos y Obligaciones (CPO):</b> Obligaciones económicas cumplidas / Número de obligaciones adquiridas al inicio del contrato.</p> <p><b>Si CPO = 1</b> El cumplimiento de las obligaciones adquiridas al inicio del contrato es pleno.</p> <p><b>Si CPO &lt; 1</b> Existe incumplimiento de las obligaciones adquiridas, al inicio del contrato y se debe establecer el riesgo y la probabilidad que puedan impactar la continuidad de la obra.</p>
<p>Retraso en los pagos de nómina de los trabajadores (Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar como requisito obligatorio al momento de la contratación, la entrega mensual o quincenal del extracto de pago de nómina por parte del contratista al personal que se encuentra de forma activa en obra.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Revisar y verificar con periodicidad mensual o quincenal los extractos de pago, analizando fecha y monto del pago y, previo al cierre del contrato, solicitar paz y salvo del Ministerio del Trabajo que garantice la ausencia o no apertura de procesos administrativos por retrasos o falta de pago de nómina a los trabajadores.</p>
	<p><b>Indicador: Cumplimiento de Nomina (CN):</b> Fecha real de pago de la nómina / Fecha pactada de pago con los trabajadores.</p> <p><b>Si CN = 1</b> El cumplimiento de los pagos de nómina a trabajadores es el esperado.</p> <p><b>Si CN &lt; 1</b> Existe incumplimiento de los tiempos de pago de nómina pactados al inicio del contrato y se debe establecer el riesgo y la probabilidad de retrasos por inconformidad de los trabajadores del contratista.</p>

<p>Situaciones económicas desfavorables en el país (inestabilidad de las condiciones económicas)</p> <p>(Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Ejecutar transferencia del riesgo financiero por medio de alternativas de financiación del riesgo no tradicionales como el autoseguro, es decir, reservas de recursos por parte de la compañía acorde a la dimensión de mano de obra contratada, o también, hacer uso del mercado de capitales por medio de operaciones de cobertura de fluctuaciones de mercado.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Solicitar Estados financieros al inicio y transcurso de la contratación, para evidenciar la estabilidad y salud financiera del contratista, así como su capacidad de responder en el corto plazo a situaciones económicas desfavorables en el país.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad Económica del Contratista (CEC):</b> Valor de Estados financieros proyectados por la constructora al contratista / Valor de los estados financieros certificados por el contratista en el periodo.</p> <p><b>Si CEC = 1</b> El valor de los estados financiero del contratista son los esperados.</p> <p><b>Si CEC &lt; 1</b> El valor de los estados financiero del contratista son desfavorables y se debe establecer el nivel de riesgo sobre el posible impacto en el desarrollo de su actividad.</p> <p><b>Si CEC &gt; 1</b> El valor de los estados financiero del contratista son superiores a los establecidos, presentando condiciones económicas favorables.</p>
<p>Falta de alternativas de liquidez para el pago de responsabilidades con terceros.</p> <p>(Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir la adquisición de una póliza de cumplimiento para poder iniciar un proceso de contratación de mano de obra y capacitar al contratista por parte de la constructora o la agremiación en finanzas básicas, costos y manejo de la liquidez.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Solicitar Estados financieros al inicio y transcurso de la contratación, para evidenciar el estado de flujo de efectivo del contratista, así como su capacidad de responder en el corto plazo a las obligaciones con terceros y, por otro lado, certificado de capacitación en finanzas básicas, costos y manejo de la liquidez.</p>
	<p><b>Indicador: Índice de Riesgo de Liquidez (IRL):</b> Nivel de flujo de efectivo del contratista / Requerimientos de Liquidez para cumplir obligaciones de corto plazo de la constructora.</p> <p><b>Si IRL = 1</b> El nivel de liquidez del contratista es el esperado.</p> <p><b>Si IRL &lt; 1</b> El nivel de liquidez del contratista es desfavorable y se debe establecer el nivel de riesgo sobre el posible impacto en el desarrollo de su actividad.</p>

	<p><b>Si IRL &gt; 1</b> El valor nivel de liquidez del contratista es superior a los establecidos, presentando condiciones económicas favorables.</p>
<p>Accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado.  (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Ejecutar un análisis detallado del rendimiento de mano de obra y cumplimientos de parámetros de calidad, para buscar un equilibrio en la programación de actividades y evitar llegar a ejecutar tareas bajo presión, que generen accidentes o desviaciones de calidad constructiva.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar seguimiento a la programación de obra para verificar el cumplimiento de los plazos estipulados y realizar análisis diario del rendimiento de mano de obra, sin exceder la capacidad estimada por trabajador y, en caso de imprevistos no controlables, verificar la posibilidad de extender el plazo de entrega.</p>
	<p><b>Indicador: Cumplimiento efectivo de Cronograma (CEC):</b> Requerimientos de tiempos de entrega real / Tiempo de entrega planeados en el cronograma.</p> <p><b>Si CEC = 1</b> Indica que los tiempos reales están ajustados a los tiempos planeados en el cronograma, según la capacidad de trabajo.</p> <p><b>Si CEC &lt; 1</b> Indica que los cumplimientos reales requeridos están por debajo de los planeados en el cronograma y, por ende, se debe evaluar el riesgo de accidentes y mala calidad constructiva por presión para entregar el proyecto en un cronograma acelerado.</p> <p><b>Si CEC &gt; 1</b> Indica que los cumplimientos reales requeridos están por encima de los planeados en el cronograma y el nivel de eficiencia del contratista supera las expectativas.</p>
<p>Falta de flexibilidad de suministro de personal por cambios de diseño imprevistos (Aumento o disminución en cantidad de personal).  (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Estipular desde el contrato la necesidad de establecer medidas de flexibilidad de personal por parte del contratista frente a los diferentes imprevistos que se puedan presentar, así mismo, realizar contratos con empresas que disponga de la capacidad de asumir dichos cambios con base a su estructura organizacional.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar la inclusión de las condiciones de flexibilidad en el contrato y vigilar las condiciones y cantidad de mano de obra disponible por parte del contratista, por medio de certificación de convenios con empresas de recursos humanos.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad de Personal por Obra (CPO):</b> Total de personal contratado disponible / Número de personas requeridas para la ejecución de obra.</p> <p><b>Si CPO =1</b> Tiene capacidad suficiente para atender nuevas obras.</p>

	<p><b>Si CPO &lt; 1</b> Capacidad insuficiente para atender nuevas obras.</p> <p><b>Si CPO &gt; 1</b> Tiene capacidad sobresaliente para la atención de nuevas obras.</p>
<p>Incumplimientos de obligaciones contractuales del contratista con sus trabajadores. (Contractuales y Legales)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar una lista de chequeo de obligaciones contractuales identificadas en el contrato de mano de obra, para verificar que la documentación y liquidaciones están en debida forma y no se presentan omisiones de cláusulas contractuales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Revisar y verificar con periodicidad mensual o quincenal los extractos de pago, analizando cumplimiento de las disposiciones contractuales, así como solicitar paz y salvo del Ministerio del Trabajo, que garantice la ausencia o no apertura de procesos administrativos por retrasos o falta de pago de nómina a los trabajadores.</p>
	<p><b>Indicador: Cumplimiento de Pagos y Obligaciones (CPO):</b> Obligaciones económicas cumplidas / Número de obligaciones adquiridas al inicio del contrato.</p> <p><b>Si CPO = 1</b> El cumplimiento de las Obligaciones adquiridas al inicio del contrato es pleno.</p> <p><b>Si CPO &lt; 1</b> Existe incumplimiento de las Obligaciones adquiridas, al inicio del contrato y se debe establecer el riesgo y la probabilidad que puedan impactar la continuidad de la obra.</p>
<p>Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, pobres o no probados por el contratista. (Técnicos)</p>	<p><b>Control:</b> Entregar especificaciones adecuadas a la actividad a ejecutar por el contratista y mantener el 50% del personal con antigüedad mínimo de un año en la empresa, desde el inicio hasta la finalización de la obra, así mismo, se recomienda brindar capacitación y entrenamiento al personal con menor experiencia.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Realizar seguimiento al proceso constructivo acorde a las especificaciones entregadas al contratista y verificar por parte de la constructora, la antigüedad de la mano de obra contratada en la afiliación a la seguridad social y solicitar certificación de capacitación y entrenamiento para el personal contratado.</p>
	<p><b>Indicador: Experiencia de Mano de Obra (EMO):</b> Cantidad Mano de obra con más de un año de continuidad en la afiliación a seguridad social / Cantidad mano de obra en el mes.</p> <p><b>Si EMO = 0,5</b> Indica que el personal cumple con la experiencia adecuada en métodos / técnicas de construcción.</p> <p><b>Si EMO &lt; 0,5</b> Indica que el personal antiguo está por debajo del solicitado en el contrato y se debe establecer el riesgo de</p>

	<p>obtener un impacto relevante en la falta de personal con capacitación y entrenamiento en métodos / técnicas de construcción.</p> <p><b>Si EMO &gt; 0,5</b> Indica que el personal experto y técnico está por encima del solicitado en el contrato y permite establecer sobremanera la adopción de métodos / técnicas de construcción adecuadas.</p>
<p>Mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo. (Administrativos)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer visitas periódicas donde consten las decisiones tomadas por medio de actas firmadas, así como desde el momento de ejecución del contrato, estipular responsabilidades y derechos de forma clara para facilitar la comunicación y coordinación de las actividades entre las partes involucradas en el proceso constructivo.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar las decisiones tomadas por medio de las actas de las reuniones periódicas ejecutadas y establecer un seguimiento al cumplimiento de responsabilidades y derechos pactados en el contrato de mano de obra inicial, por medio de custodia de soportes y listas de chequeo.</p>
	<p><b>Indicador: Gestión de Supervisión del Contratista (GSC):</b> Reuniones de seguimiento realizadas por el contratista / Reuniones programadas.</p> <p><b>Si GSC= 1</b> Buena gestión y supervisión del sitio por parte del contratista, lo que mejora la coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo.</p> <p><b>Si GSC&lt; 1</b> Baja o mala gestión del sitio por parte del contratista y, por ende, se debe evaluar el riesgo de la mala coordinación y comunicación del contratista con las partes involucradas en el proceso constructivo.</p>
<p>Falta de conocimiento de obligaciones contractuales con la constructora. (Contractuales y Legales)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar una lista de chequeo de obligaciones contractuales identificadas en el contrato de mano de obra e informarlas al contratista, para asegurar su conocimiento de las disposiciones contractuales y que no se presenten omisiones de cláusulas contractuales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Mantener una comunicación bilateral en reuniones periódicas con el contratista, donde se trate el estado de todos los requerimientos contractuales para que se cumplan las obligaciones adquiridas y oportunamente. De igual forma, establecer un seguimiento al cumplimiento de responsabilidades y derechos pactados en el contrato de mano de obra inicial, por medio de custodia de soportes y listas de chequeo.</p>

	<p><b>Indicador: Cumplimiento de Pagos y Obligaciones (CPO):</b> Obligaciones económicas cumplidas / Número de obligaciones adquiridas al inicio del contrato.</p> <p><b>Si CPO = 1</b> El cumplimiento de las Obligaciones adquiridas al inicio del contrato es pleno.</p> <p><b>Si CPO &lt; 1</b> Existe incumplimiento de las Obligaciones adquiridas, al inicio del contrato y se debe establecer el riesgo y la probabilidad que puedan impactar la continuidad de la obra.</p>
<p>Inadecuada estabilidad financiera por problemas de financiación con prestamistas. (Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir la adquisición de una póliza de cumplimiento para poder iniciar un proceso de contratación de mano de obra y capacitar al contratista por parte de la constructora o la agremiación en finanzas básicas y riesgo de crédito, evitando alternativas de financiación informales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar consulta permanente en las centrales de riesgos y solicitar Estados financieros al inicio y transcurso de la contratación, para evidenciar el estado de flujo de efectivo del contratista, así como su capacidad de responder en el corto plazo a las obligaciones con terceros y, por otro lado, certificado de capacitación en finanzas básicas y riesgo crédito.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad de Cumplimiento de Pago (CCP):</b> Nivel de cuentas por pagar a prestamistas del contratista en estados financieros / Nivel de liquidez en los estados financieros del contratista.</p> <p><b>Si CCP = 1</b> La liquidez del contratista alcanza a cubrir las cuentas por pagar a prestamistas.</p> <p><b>Si CCP &lt; 1</b> El nivel de liquidez alcanza a cubrir en exceso las obligaciones de pago con prestamistas.</p> <p><b>Si CCP &gt; 1</b> El nivel de cuentas por pagar es mayor a la liquidez del contratista y se debe gestionar el riesgo de una Inadecuada estabilidad financiera, por problemas de financiación con prestamistas por posible incumplimiento.</p>
<p>Daños a personas o bienes o materiales debido a una mala gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista. (Salud y seguridad)</p>	<p><b>Control:</b> Implementar un programa de seguridad y salud en el trabajo que incluya capacitación y entrenamiento periódico del personal, y el cumplimiento de las demás actividades del Sistema de Gestión de seguridad y salud en el trabajo, incluyendo inspecciones y verificaciones de trabajo en campo para evitar daños a personas, bienes o materiales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Implementar ficha estadística y ejecutar seguimiento de cada contratista para los planes de acción tendientes a reducir o eliminar el riesgo de lesiones a personas o daños a bienes o materiales, debido a una mala</p>

	<p>gestión de la seguridad del proyecto por parte del contratista en las instalaciones.</p>
	<p><b>Indicador: Auditoría al Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo- SG-SST (ASG)</b> = % de calificación del SG-SST del contratista/ % de calificación mínimo solicitada por la obra</p> <p><b>Si ASG = 1</b> Indica el cumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra.</p> <p><b>Si ASG &lt; 1</b> Indica el incumplimiento de los requisitos del SG-SST en la calificación solicitada por la obra y se debe evaluar la continuidad de la empresa contratista.</p> <p><b>Si ASG &gt; 1</b> Indica que el cumplimiento de los requisitos del SG-SST supera la calificación solicitada por la obra.</p>
<p>Inexistencia o cobertura inadecuada de pólizas de responsabilidad civil. (Contractuales y Legales)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir desde el inicio de la contratación, de forma obligatoria, la adquisición de las diferentes pólizas requeridas para poder desarrollar la actividad contratada en términos de responsabilidad civil.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar al inicio o renovación del contrato, la existencia y cobertura de las pólizas de responsabilidad civil, así como las fechas de caducidad de las pólizas para su renovación, en caso de que se requiera.</p> <p><b>Indicador: Control de Pólizas (CP)</b>= Número de pólizas del contratista con correcta cobertura, solicitadas durante el periodo / Número de pólizas solicitadas al momento de la contratación.</p> <p><b>Si CP = 1</b> El contratista cumple con las pólizas y las coberturas solicitadas.</p> <p><b>Si CP &lt; 1</b> El contratista incumple con las pólizas y las coberturas solicitadas y se debe evaluar el nivel de riesgo, para garantizar su continuidad.</p>
<p>Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas). Sociales</p>	<p><b>Control:</b> Adquirir póliza de robo y asalto que cubra de manera sistemática los riesgos de inseguridad y delincuencia y, por otro lado, manejar un porcentaje del valor del contrato destinado a cubrir pérdidas por robos menores, en caso de presentarse, o una reserva interna para solventar estos eventos.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar estadísticas por robos o vandalismo durante el proceso de ejecución de la obra y verificar la existencia y cobertura de la póliza contra robos y asalto.</p> <p><b>Indicador: Inseguridad y Delincuencia (ID):</b> Número de eventos de inseguridad y delincuencia / Número de eventos detectados por la seguridad de la obra.</p>

	<p><b>El ID = 1</b> El indicador de inseguridad y delincuencia evidencia una adecuada seguridad y control al interior de la obra.</p> <p><b>El ID &lt; 1</b> El indicador de inseguridad y delincuencia evidencia una inadecuada seguridad y control al interior de la obra por parte del contratista, y se debe evaluar el nivel de riesgo por robo, vandalismo y prácticas fraudulentas.</p>
<p>Embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados. (Económicos y Financieros)</p>	<p><b>Control:</b> Exigir la adquisición de una póliza de cumplimiento para poder iniciar un proceso de contratación de mano de obra y capacitar al contratista por parte de la constructora o la agremiación en finanzas básicas y riesgo de crédito, evitando el embargo de activos en el futuro.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar consulta permanente en las centrales de riesgos y realizar una auditoría del estado de las obligaciones financieras del contratista al inicio y transcurso de la contratación, para evidenciar su nivel de apalancamiento con terceros, así como solicitar el certificado de capacitación en finanzas básicas y riesgo de crédito.</p> <p><b>Indicador: Capacidad de Cumplimiento de Pago (CCP):</b> Nivel de cuentas por pagar a prestamistas del contratista en estados financieros / Nivel de liquidez en los estados financieros del contratista.</p> <p><b>Si CCP = 1</b> La liquidez del contratista alcanza a cubrir las cuentas por pagar a prestamistas.</p> <p><b>Si CCP &lt; 1</b> El nivel de liquidez alcanza a cubrir en exceso las obligaciones de pago con prestamistas.</p> <p><b>Si CCP &gt; 1</b> El nivel de cuentas por pagar es mayor a la liquidez del contratista y se debe gestionar el riesgo de embargo de cuentas del contratista por riesgos de crédito materializados.</p>
<p>Poca capacidad del contratista en la gestión de cobro por la labor ejecutada. (Administrativo)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer control y claridad de la actividad contratada, por medio de actas de ejecución de los procesos constructivos, para tener soporte y sustento de realizar su cobro con base en la unidad de medida del proceso y estandarizar tabla de precios, según dicha unidad de medida y oferta de mercado.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar cotización de precios, por cantidad de mano de obra suministrada, según estándares brindados por la constructora y el mercado mismo, así como auditar que lo cobrado por parte del contratista sí corresponda a la actividad realizada.</p>

	<p><b>Indicador: Capacidad de Gestión de Cobro (CGC):</b> Cobro realizado por la cantidad de mano de obra realizada durante el periodo/ Cobro de cantidad de mano de obra contabilizado por la obra.</p> <p><b>Si CGC = 1</b> La gestión de cobro es óptima.</p> <p><b>Si CGC &lt; 1</b> Se evidencia poca capacidad en la gestión de cobro y se debe realizar reinducción en los precios estándar del proceso por unidad de medida.</p> <p><b>Si CGC &gt; 1</b> El cobro supera la cantidad de mano de obra contabilizada y se debe evaluar el nivel de riesgo financiero del sobrecosto cobrado por el contratista.</p>
<p>Conflictos laborales por entorno de los trabajadores del contratista desfavorable. (Sociales)</p>	<p><b>Control:</b> Conformación de comités de convivencia laboral conformados por representantes de los contratistas que ayuden a dirimir los conflictos y establecer planes de acción, por medio de actas para establecer un registro y control continuo de este riesgo social.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Ejecutar seguimiento a la solución de conflictos que se presenten ante el comité de convivencia, por medio de la ejecución de los planes de acción registrados en las actas del Comité de convivencia laboral.</p>
	<p><b>Indicador: Comité de convivencia laboral. (COCOLAB):</b> Número de conflictos laborales solucionados / Número de Reporte de conflictos laborales, reportados en el periodo.</p> <p><b>Si COCOLAB = 1</b> Los conflictos presentados durante el periodo fueron solucionados.</p> <p><b>Si COCOLAB &lt; 1</b> Indica que hay conflictos laborales pendientes de solución o que no se han reportado y se debe evaluar el nivel de riesgo financiero que estos pueden ocurrir, si no son solucionados.</p>
<p>Incapacidad del contratista para gestionar la oportuna entrega de materiales. (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Establecer desde el contrato de inicio claridad en los conductos regulares y cumplimiento del horario establecido para la solicitud de materiales por parte del contratista.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificación en obra del inicio de la actividad por parte del contratista y que cuente con todos los insumos necesarios para desarrollar la actividad, por medio de inspección o lista de chequeo en los frentes de trabajo.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad de Gestión de Materiales (CGM):</b> Cantidad de materiales solicitados para cumplir con el proceso constructivo / Cantidad de materiales requeridos para el proceso constructivo.</p> <p><b>Si CGM = 1</b> La gestión de materiales es óptima y oportuna.</p>

	<p><b>Si CGM &lt; 1</b> Indica la inadecuada gestión de materiales según el requerimiento del proceso constructivo y se debe evaluar el riesgo de retrasos e interrupciones por demoras en dichos materiales.</p>
<p>Falta de capacidad de gestión de disputas, reclamaciones y litigios contractuales. (Contractuales y Legales)</p>	<p><b>Control:</b> Ofrecer por parte de la constructora la posibilidad de acompañar al contratista con asesoría legal, respecto a los temas legales que se puedan presentar para ayudar a resolver los diferentes conflictos.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Hacer seguimiento a los diferentes conflictos legales que se presenten a los contratistas y verificar la solución de estos, de igual forma, solicitar certificado de paz y salvo del Ministerio de Trabajo al cierre del contrato del proceso constructivo.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad para gestionar disputas (CGD):</b> Número de disputas, reclamaciones y litigios Ganados / Número de disputas, reclamaciones y litigios Totales con el contratista.</p> <p><b>Si CGD = 1</b> Existe buena capacidad para la gestión de disputas y litigios contractuales.</p> <p><b>Si CGD &lt; 1</b> Deficiente capacidad de gestión de disputas y litigios contractuales, se debe evaluar el nivel de riesgo, para garantizar que no se afecte solidariamente la constructora.</p>
<p>Complejidad de los métodos / técnicas de construcción propuestos al contratista. (Técnicos)</p>	<p><b>Control:</b> Entregar especificaciones adecuadas al contratista de las diferentes técnicas y métodos a utilizar en el proceso constructivo, gestionar administrativamente por parte de la constructora, que la contratación del contratista sea acorde con su experiencia y especialidad y, por último, brindar capacitación y entrenamiento al personal enfocado en las especificaciones técnicas propuestas.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Realizar seguimiento al proceso constructivo acorde a las especificaciones entregadas al contratista y verificar por parte de la constructora, la experiencia en la actividad específica contratada y, finalmente, solicitar certificación de capacitación y entrenamiento para el personal contratado.</p>
	<p><b>Indicador: Capacitación y Entrenamiento Técnico (CET):</b> Horas hombre de capacitación y entrenamiento técnico reales / Horas de capacitación y entrenamiento técnico programadas.</p> <p><b>Si CET = 1</b> El nivel de capacitación y entrenamiento del personal de mano de obra contratada en los métodos y técnicas de construcción propuestas es óptimo.</p> <p><b>Si CET &lt; 1</b> El nivel de capacitación y entrenamiento del personal de mano de obra contratada en los métodos y técnicas de construcción propuestas no es adecuado y se</p>

	<p>debe analizar el riesgo de retrasos e interrupciones por la complejidad y la curva de aprendizaje del personal del contratista.</p>
<p>Demandas en contra del contratista que puedan afectar el proyecto solidariamente. (Contractuales y Legales)</p>	<p><b>Control:</b> Ofrecer asesoría legal de forma preventiva por parte de la constructora, enfocado en aquellas actividades que pudieran generar una demanda o disputa con responsabilidad solidaria y solicitar estado de demandas activas del contratista en juzgados y tribunales nacionales.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Hacer seguimiento a los diferentes conflictos legales que se presenten a los contratistas y constatar el estado de demandas activas vinculadas con la obra en los juzgados, de igual forma, solicitar certificado de paz y salvo del Ministerio de Trabajo al cierre del contrato del proceso constructivo.</p>
	<p><b>Indicador: Capacidad para gestionar Demandas (CGD):</b> Número de demandas ganadas / Número de demandas en contra del contratista.</p> <p><b>Si CGD = 1</b> Existe buena capacidad para la gestión de demandas por parte del Contratista.</p> <p><b>Si CGD &lt; 1</b> Deficiente Capacidad gestión de disputas y litigios contractuales, se debe evaluar el nivel de riesgo, para garantizar que no se afecte solidariamente a la constructora.</p>
<p>Ausencia de conocimiento y manejo inadecuado de las herramientas de trabajo (Operativos)</p>	<p><b>Control:</b> Programar inducción del contratista al inicio del contrato de mano de obra, sobre el manejo de las herramientas de trabajo y mantener capacitaciones permanentes con los proveedores de equipos y nuevas tecnologías que se están utilizado en el proyecto.</p> <p><b>Monitoreo:</b> Verificar asistencia a las capacitaciones y llevar registro de la experiencia del contratista en la base de datos interna, para garantizar su conocimiento y manejo adecuado de las herramientas de trabajo.</p>
	<p><b>Indicador: Capacitación y Entrenamiento en Herramientas (CEH):</b> Horas hombre reales de capacitación y entrenamiento en manejo de herramientas / Horas de capacitación y entrenamiento programadas.</p> <p><b>Si CET = 1</b> El nivel de capacitación y entrenamiento del personal de mano de obra contratada en el manejo de herramientas de trabajo es óptimo.</p> <p><b>Si CET &lt; 1</b> El nivel de capacitación y entrenamiento del personal de mano de obra contratada en el manejo de herramientas de trabajo no es adecuado y se debe analizar el riesgo de retrasos o reprocesos por desconocimiento.</p>

## 6. Conclusiones

- Se identificaron en total 38 riesgos asociados al proceso de contratación de mano de obra en el sector de la construcción, destacando que la concentración del 61% de los riesgos son administrativos, financieros y operativos, y el 39% restante se divide en riesgos de índole contractual y legal, técnicos, sociales, salud y seguridad; esta identificación se ejecutó con base en afirmaciones y resultados de estudios académicos de reconocido valor técnico a nivel mundial, lo cual evidencia un campo de acción grande para los gestores de riesgos de un sector tan importante para la economía y desarrollo de cada país como el constructor, donde hay oportunidades de fortalecer el sistema de control interno de los contratistas de mano de obra, destacando su estructura organizacional, planeación, procesos, controles, tecnología, entre otros, para mitigar de manera efectiva riesgos que repercuten o tienen un impacto final en la constructora y el proyecto en general.
- Se ejecutó la medición de los riesgos identificados en el proceso de contratación de mano de obra en el sector constructor, en términos de probabilidad e impacto, por medio de una simulación Monte Carlo en el software @Risk, que tenían como insumo datos de entrada recolectados y evaluados por medio de una encuesta estructurada a expertos en la gestión, dirección, coordinación y costeo de proyectos de construcción en el Área Metropolitana de Antioquia, evidenciando por cada riesgo identificado, un total de 10.000 iteraciones: el rango de probabilidad con un nivel de confianza del 90%, su coeficiente de asimetría, desviación estándar, media y coeficiente de variación. Dado lo anterior, se destaca que los cinco riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia son: el riesgo de capacidad insuficiente para atender un elevado número de obras, estructura organizacional inadecuada del contratista, inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista, mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista y la baja productividad laboral de la mano de obra contratada; por otro lado, los cinco riesgos con mayor probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra son: el riesgo de muertes o lesiones por accidentes ocurridos durante la construcción, ausencia de medidas de prevención y control en seguridad y salud en el trabajo, baja productividad laboral de la mano de obra contratada, falta de

experiencia y habilidades del contratista en el proceso constructivo y falta de disponibilidad de personal experto y técnico.

- Se presentaron por medio de gráficos estadísticos, los resultados obtenidos respecto al nivel de riesgo financiero en el proceso de contratación de mano de obra en el sector constructor, esta criticidad fue hallada por medio de la combinación de las funciones de distribución de probabilidad de ocurrencia del riesgo y las funciones de probabilidad de impacto sobre el presupuesto de la obra (probabilidad x impacto), lo cual demostró afinidad entre los riesgos identificados en las bases de datos académicas y la percepción de los expertos encuestados, esto por medio de los resultados de una simulación Monte Carlo ejecutada en @Risk, destacando que los doce riesgos más críticos de acuerdo a la medición ejecutada, se dividen así: cinco son riesgos administrativos, tres operativos, dos técnicos, uno es económico y financiero y otro es de salud y seguridad. El top cinco de los riesgos más críticos para una simulación de 10.000 iteraciones y, en orden de mayor a menor nivel, son el riesgo de baja productividad laboral de la mano de obra contratada, errores en los estudios de proyección de precios y cantidad de mano de obra del contratista, falta de disponibilidad de personal experto y técnico, inadecuado proceso de selección de personal calificado del contratista y, por último, el incumplimiento de tiempos de entrega por capacidad / carga de trabajo por el contratista.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos, se propusieron medidas de control y monitoreo por cada uno de los riesgos identificados y medidos, con el objetivo de aportar una hoja de ruta en la implementación de controles que ayuden a mitigar la materialización de eventos de riesgo y, de igual forma, generen valor agregado a la gestión y fortalecimiento del sistema de control interno en el proceso de contratación de mano de obra, por parte de las constructoras y contratistas que intervienen de manera activa en dicho contrato. Así mismo, se establecieron Indicadores financieros y de gestión que permitan implementar un proceso estructurado de monitoreo de riesgos con enfoque crítico y aplicado a la realidad, por parte de las constructoras como responsables de contratación de mano de obra en los proyectos, y por parte del contratista como responsable de llevar a cabo las actividades de los procesos constructivos claves que fueron contratados, y hacerlo de

manera oportuna, garante, efectiva y acorde a la normatividad vigente, en términos de derecho laboral y Seguridad y salud en el trabajo.

## **7. Recomendaciones**

- De acuerdo a los resultados de la evaluación financiera ejecutada a los riesgos asociados al proceso de contratación de mano de obra, se recomienda como futuras líneas de investigación en el campo de estudio y aplicación de la administración de riesgos, los siguientes temas:
  - El análisis de la eficiencia en el costeo de riesgos de contratación de mano de obra con la implementación de controles e indicadores, analizando la optimización de utilidades en el estado de resultados del proyecto.
  - Metodologías de transferencia y financiación alternativa de riesgos en la contratación de mano de obra, para mantener una óptima capitalización y respuesta del contratista ante eventos materializados de riesgos.
  - Estrategias empresariales para la capacitación y entrenamiento técnico de la mano de obra contratada para evitar materialización de riesgos, con la posibilidad de evidenciar la repercusión financiera positiva en los proyectos de construcción.
  
- La construcción es un sector importante para la economía y el desarrollo del país, por esto se recomiendan acciones sobre los 38 riesgos asociados al proceso de contratación de mano de obra, medidos y presentados en este trabajo, monitoreándolos con base en los indicadores propuestos para una efectiva administración de los riesgos financieros y así lograr impactar positivamente la calidad de vida de la mano de obra contratada, tanto desde el bienestar físico y mental, como desde la calidad y eficiencia constructiva, disminuyendo los tiempos en la construcción de edificaciones y aumentando las utilidades, no solo para el sector de la construcción del Área Metropolitana Antioquia, sino para todo el país de manera integral, para el beneficio del sector laboral, los inversionistas y la sociedad misma.

## Referencias

- Aguilar, G., & Hernández, T. (2007). "Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra". En: *Revista UIS Ingenierías*, 6(2). doi: 10.18273/revuin.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2020). *¿Quiénes somos?* Recuperado el 18 de agosto de 2020 de: [metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx](http://metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx).
- Asgari, S., Awwad, R., Kandil, A., & Odeh, I. (2016). Impact of considering need for work and risk on performance of construction contractors: An agent-based approach. *Automation in Construction*, 65, 9–20. <https://doi-org.ezproxy.eafit.edu.co/10.1016/j.autcon.2016.01.004>
- Avalos, E. (2005). *Construcción para arquitectos*. Medellín: Editorial U. Pontificia Bolivariana.
- Banaitiene, N., Banaitis, A. (2012). *Risk management in construction projects.*" *Risk management—Current issues and challenges*". 429–448. Edited by N. Banaitiene. London: InTech.
- Bernal, A. (2010). *Metodología de la investigación*. Tercera edición. Bogotá D. C.: Pearson Educación, Colombia. ISBN: 978-958-699-128-5. Área: Metodología.
- Bhargava, A., Labi, S., Chen, S., Saeed, T. U., y Sinha, K. C. (2017). Predicting Cost Escalation Pathways and Deviation Severities of Infrastructure Projects Using Risk-Based Econometric Models and Monte Carlo Simulation. *Computer-Aided Civil & Infrastructure Engineering*, 32(8), 620–64.
- Borghesi, A., Gaudenzi, B. (2013). *Risk Management: How to Assess, Transfer and Communicate Critical Risks*. Milan: Springer.
- Bowers, J., Khorakian, A. (2014). Integrating risk management in the innovation project. *European Journal of Innovation Management*, 17 (1), 25-40. Cited 43 times.
- Carrillo, J., Echeverri, F. & Aperador, W. (2015). "Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social". En:

*Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16, 479-490.  
<https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>.

Código Civil. (2020). *Contratación para una obra civil. Art. 2053 – 2062*. 44<sup>a</sup> ed. Bogotá: Legis.

Correa Ferrer, P., & García Mekis, B. (2016). “Incumplimientos en El Contrato De Construcción a Suma Alzada en Chile; Criterios Jurisprudenciales en Relación Al Aumento Del Costo Y La Extensión Del Plazo De Las Obras”. En: *Actualidad Jurídica*, (1578-956X), 42, 53–61.

Charith Kaushalya, F., Hosseini, M.R., Zavadskas, E.K., Perera, B.A.K.S., Rameezdeen, R. (2017). Managing the financial risks affecting construction contractors: implementing hedging in Sri Lanka. *International Journal of Strategic Property Management*, 21 (2), 212-224. Cited 11 times.

Da Silva Etges, A.P.B., de Souza, J.S. (2016). Structuring a methodology for analysis of the financial risk involved in real estate developments. *Espacios*, 37 (9), art. no. 22.

Day, Robert A. (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*. 3a. ed. Washington, D.C.: OPS. (Publicación Científica y Técnica No. 598).

*Dinámicas de las Áreas Metropolitanas en Colombia*. (2016). Debates de Gobierno: Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Producción Instituto de Estudios Urbanos, IEU. ISSN 2248 – 7204. Imágenes y Texto. Número 9.

Duranton, G. (2015). A Proposal to Delineate Metropolitan Areas in Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 75, 223–264.

Dzhandzhugazova, E.A., Zaitseva, N.A., Larionova, A.A., Petrovskaya, M.V., Chaplyuk, V.Z. (2015). Methodological aspects of strategic management of financial risks during construction of hotel business objects. *Asian Social Science*, 11 (20), 229-234.

Dziadosz, A., Tomczyk, A., Kapliński, O. (2015). Financial Risk Estimation in Construction Contracts. *Procedia Engineering*. 122, 120-128.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.015>

- Ebrahimnejad, S., Mousavi, S., Seyrafiyanpour, H. (2010). Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model. *Expert Systems with Applications*, 37, 575–586.
- El-Sayegh, S.M. & Mansour, M.H. (2015). Risk Assessment and Allocation in Highway Construction Projects in the UAE. *Journal of Management in Engineering*, 31, 04015004. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000365](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000365)
- Faber, M.H., & Stewart, M. (2003). Risk assessment for civil engineering facilities: critical overview and discussion. *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 80, 173-184.
- García, J., (2010). *Administración de riesgos en proyectos de construcción*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid.
- Gómez Salazar, E., Mora Cuartas, A., & Uribe Marín, R. (2015). *Análisis de Riesgo en Proyectos con @risk. Casos prácticos de evaluación financiera de proyectos y costos con análisis de riesgo* (Segunda Ed). Medellín: LYS Comunicación.
- Gómez, E. y Díez Benjumea, J. (2015). *Evaluación financiera de proyectos*. Medellín: Gómez Salazar, Elkin A.
- Gómez, E., Mora, A., & Uribe, R. (2011). *Análisis de Riesgos en Proyectos con @RISK: casos prácticos de evaluación financiera de proyectos con análisis de riesgo*. Medellín, 48-75.
- Gómez, X. y Herrera, E. (2017). “Evaluación financiera y análisis de riesgos de un proyecto de inversión para la elaboración de chocolate artesanal orgánico en el Ecuador”. En: *Universidad Andina Simón Bolívar*, 47-51.
- Grimaldi, S., Rafele, C. & Cagliano, A. (2012). *A framework to select techniques supporting project risk management.*” *Risk management–Current issues and challenges*. Edited by N. Banaitiene, 67–96. London: InTech.
- Hammoudeh, S. & McAleer, M. (2015). Advances in financial risk management and economic policy uncertainty: An overview, *International Review of Economics & Finance*, 40, 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.02.001>.

- Hua, Y., He, J., Gong, J. & Zhao, J. (2020). Hazardous Area Risk-Based Evacuation Simulation and Analysis of Building Construction Sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146 (05).
- Imran, M., Khaliq, M., Mahbubul Hye, A.K., Ekareesakul, K. (2019). Influence of risk factors on construction firm project success in Pakistan. *Decision Science Letters*, 8 (3), 285-294.
- Iqbal, S., Choudhry, R. M., Holschemacher, K., Ali, A., & Tamošaitienė, J. (2015). Risk management in construction projects. *Technological & Economic Development of Economy*, 21(1), 65–78. <https://doi-org.ezproxy.eafit.edu.co/10.3846/20294913.2014.994582>
- Jaramillo, W. (2015). *Análisis del proceso constructivo de edificaciones a base de formaletas*. Cuenca, Ecuador: Universidad Católica de Cuenca.
- Keshk, A.M., Maarouf, I., Annany, Y. (2018). Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. *Alexandria Engineering Journal*. 57, 3179–3187. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.12.003>.
- Khalfi, L. & Ourbih-Tari, M. (2020). Stochastic risk analysis in Monte Carlo simulation: a case study. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 49(11), 3041-3045.
- Khan, R.A. & Gul, W. (2017). Emperical study of critical risk factors causing delays in construction projects. *Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications*, IDAACS 2017, 2, art. No. 8095217, pp. 900-906. Cited 2 times.
- Kuo, Y.-C. & Lu, S.-T. (2012). Using fuzzy multiple criteria decision making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects. *Int J Proj Manag.*, 602-614.
- Marek-Kolodziej, K., Lapunka, I., Wittbrodt, P. (2017). Financial risk assessment of a large construction Project. *Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference - Education Excellence and Innovation*

*Management through Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth*, 13-24.

- Marle, F. & Gidel, T. (2014). Assisting project risk management method selection. *International Journal of Project Organisation and Management*, 6, 254-282.
- Martins, I., & Rialp, A. (2013). “Orientación Emprendedora, Hostilidad del Entorno y la Rentabilidad de la Pyme: Una Propuesta de Contingencias”. En: *Cuadernos de Gestión* 13(2), 67-88.
- Mayor, J., Botero, S., & González-Ruiz, J. D. (2016). “Modelo de decisión multicriterio difuso para la selección de contratistas en proyectos de infraestructura: caso Colombia”. En: *Obras y Proyectos*, 20, 56–74. <https://doi-org.ezproxy.eafit.edu.co/10.4067/s0718-28132016000200005>
- Mejía, R. (2004). *La Administración de Riesgos Empresariales*. Medellín: Ad-Minister Universidad Eafit, 5 (jul - dic 2004), 74-85.
- Mejía, R. (2006). *Administración de riesgos: un enfoque empresarial*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Mejía, R. (2013). *Identificación de riesgos*. Medellín: Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Mejía, R., Núñez-Patiño, M., Martins, I., Mancilla, E. (2017). *Administración de riesgos empresariales en Colombia, México y Argentina*. Medellín: Editorial Eafit, Uduál, Alafec, (Colección Académica).
- Muñoz, H. (2015). *Construcción, Interventoría y Supervisión Técnica de las Edificaciones de Concreto Estructural*. Bogotá D. C., Colombia: Asococoncreto.
- Norma Técnica Colombiana (NTC)-International Organization for Standardization (ISO) (2011). *ntc-iso 31000 Gestión del riesgo. Principios y directrices*. Bogotá, Colombia: icontec.
- Ortiz, J. I., Pellicer, E., & Molenaar, K. R. (2018). Management of Time and Cost Contingencies in Construction Projects: A Contractor Perspective. *Journal of Civil Engineering & Management*, 24(3), 254–264. <https://doi-org.ezproxy.eafit.edu.co/10.3846/jcem.2018.1643>

- Otzen, T. & Manterola, C. (2017). “Técnicas de muestreo sobre una población a estudio”. En: *Int. J. Morphol.*, 35(1), 227-232.
- PALISADE (2018). @Risk. *Complemento de análisis de riesgos para el Microsoft Excel*. Nueva York: Ithaca.
- PMI - Project Management Institute (2013). *The Standard for Program Management – Third Edition*. Newtown.Square, PA: PMI.
- Purnuş, A. & Bodea, C. (2015). Educational Simulation in Construction Project Financial Risks Management. *Ingeniería de procedimientos*, 123, 449 - 461.
- Rodríguez, M., Piñeiro, C., De Llano, P. (2013). “Mapa de riesgos: Identificación y gestión de riesgos”. En: *Atlantic Review of Economics*, ISSN 2174-3835, Colegio de Economistas de A Coruña, A Coruña, Vol. 2.
- Sathishkumar, V., Rangunath, P.N., Suguna, K. (2015). Critical factors influencing to financial risk in construction projects. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10 (3), 7033-7047.
- Serpell, A., Ferrada, X., & Rubio, N. L. (2017). Fostering the effective usage of risk management in construction. *Journal of Civil Engineering & Management*, 23(7), 858–867. <https://doi-org.ezproxy.eafit.edu.co/10.3846/13923730.2017.1321578>
- Siraj, N. B., and A. R. Fayek (2019) Risk identification and common risks in construction: Literature review and content analysis. *J. Constr. Eng. Manage.* 145 (9): 03119004.
- Thomas, J. (2011). “Desarrollo y gestión social del riesgo: ¿una contradicción histórica?”. En: *Revista de geografía Norte Grande*, (48), 133-157. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000100008>
- Vala, M. (2018). Document Classification: A Technical Review. *National Journal of System & Information Technology (NJSIT)*, 11(1), 67–74.
- Vasile, D. & Vlăduţ, I. (2013). Using Probability – Impact Matrix in Analysis and Risk Assessment Projects. *Scientific Papers. Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*. Bucharest, Romania, 77-96.

Viswanathan, S.K. and Jha, K.N. (2020). Critical risk factors in international construction projects: An Indian perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(5), 1169-1190.

Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la Econometría*. (4<sup>a</sup> ed.) México: Cengage Learning.