



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

**Modelo integral de gestión de riesgos para la construcción de bodegas en  
la Zona Franca Celpa de Buenaventura**

Miguel Ángel Zapata Gallego

Proyecto de grado entregado para optar el título de  
**Magister en Ingeniería Civil**

Dirigido por:  
Ing. Grace Milagros Rojas Geraldino.

Pontificia Universidad Javeriana Cali  
**Facultad de Ingeniería y Ciencias**  
Maestría en Ingeniería Civil  
Santiago de Cali  
21 de julio de 2025

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>TITULO DE TRABAJO DE GRADO.....</b>	<b>2</b>
<b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	6
ALCANCE DEL TRABAJO DE GRADO .....	6
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>8</b>
OBJETIVO GENERAL .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
RESULTADOS ESPERADOS.....	8
<b>JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO .....</b>	<b>11</b>
<b>MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>12</b>
MARCO CONCEPTUAL.....	12
MARCO TEÓRICO.....	16
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>FASE 1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS .....</b>	<b>21</b>
REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE GESTIÓN DE RIESGOS EN CONSTRUCCIÓN DE BODEGAS. ....	21
<i>Riesgos Internos</i> .....	28
Riesgos técnicos y de diseño.....	28
Riesgos de gestión y planificación.....	31
<i>Riesgos de recursos humanos</i> .....	32
Riesgos de materiales y equipos.....	32
Riesgos financieros y contractuales.....	33
Riesgos de seguridad y medio ambiente.....	35
<i>Riesgos Externos</i> .....	36
Riesgos geográficos y ambientales .....	36
Riesgos económicos y financieros .....	37
Riesgos políticos y regulatorios.....	37
Riesgos sociales y laborales .....	38
Riesgos logísticos y de infraestructura. ....	39
Riesgos de seguridad y de orden público. ....	39

SELECCIÓN DE EXPERTOS Y DISEÑO DEL MÉTODO DELPHI .....	40
<i>Selección de expertos</i> .....	40
<i>Diseño del método Delphi</i> .....	41
<b>FASE 2 PRIORIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS .....</b>	<b>43</b>
CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS (EVALUACIÓN CUALITATIVA). RIESGOS INTERNOS .....	45
<i>Análisis de Riesgos Internos BAJOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	50
<i>Análisis de Riesgos Internos MODERADOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	53
<i>Análisis de Riesgos Internos ALTOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	56
CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS (EVALUACIÓN CUALITATIVA). RIESGOS EXTERNOS.....	58
<i>Análisis de Riesgos Externos BAJOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	64
<i>Análisis de Riesgos Externos MODERADOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	66
<i>Análisis de Riesgos Externos ALTOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> .....	68
<i>Análisis de Riesgos Externos CRÍTICOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA</i> ....	69
PRIORIZACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE EL MÉTODO AHP.....	70
<i>Comparaciones Pareadas</i> .....	72
EVALUACIÓN CUANTITATIVA MEDIANTE ANÁLISIS DE MONTE CARLO. ....	85
<b>FASE 3 DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>90</b>
ANÁLISIS CAUSA-RAÍZ CON DIAGRAMA DE ESPINA DE PESCADO. ....	91
DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN, TRANSFERENCIA, EVITACIÓN Y ADAPTACIÓN. ....	93
<i>Evaluación y ajuste de estrategias con base en validaciones</i> .....	96
FASE 4. MONITOREO Y CONTROL DE RIESGOS .....	100
<i>Definición de lineamientos para el monitoreo y control de riesgos</i> . ....	100
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>110</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>119</b>

## Índice de Figuras.

Figura 1 Diagrama metodológico del estudio .....	20
Figura 2 Riesgo Interno. Riesgos Técnicos y de diseño .....	45
Figura 3 Riesgo Interno. Riesgos de Gestión y Planificación .....	46
Figura 4 Riesgo Interno. Riesgos de Recursos Humanos .....	47
Figura 5 Riesgo Interno. Riesgos de Materiales y Equipos .....	48
Figura 6 Riesgo Interno. Riesgos Financieros y Contractuales .....	49
Figura 7 Riesgo Interno. Riesgos de Seguridad y Medio Ambiente.....	50
Figura 8 Riesgo Externo. Riesgos Geográficos y Ambientales .....	58
Figura 9 Riesgo Externo. Riesgos Económicos y Financieros .....	59
Figura 10 Riesgo Externo. Riesgos Políticos y Regulatorios .....	60
Figura 11 Riesgo Externo. Riesgos Sociales y Laborales.....	61
Figura 12 Riesgo Externo. Riesgos Logísticos y de Infraestructura.....	62
Figura 13 Riesgo Externo. Riesgos de Seguridad y Orden Público .....	63
Figura 14 Diagrama de espina de pescado que representa los retrasos y sobrecostos en la construcción de bodegas en la Zona Franca Celpa .....	92

## Índice de tablas

Tabla 1 Criterios según clasificación de riesgos.....	71
Tabla 2 Comparación pareada riesgos altos – críticos.....	72
Tabla 3 Matriz de comparación .....	74
Tabla 4 Matriz de Comparación Pareada (Escala de Saaty). Riesgos Int.....	75
Tabla 5 Matriz de Comparación Pareada (Escala de Saaty). Riesgos Externos .....	77
Tabla 6 Síntesis de resultados .....	78
Tabla 7 Matriz de Comparación 1.5 vs 1.12.....	79
Tabla 8 Matriz de Comparación Riesgo 2.4 vs 2.6.....	80
Tabla 9 Matriz de Comparación Riesgo 3.1 vs 3.2.....	81
Tabla 10 Matriz de Comparación Riesgo 1.5 vs 1.8.....	82
Tabla 11 Matriz de Comparación Riesgo 4.1 vs 6.1.....	82
Tabla 12 Matriz de Comparación Riesgo .....	83
Tabla 13 Priorización global integrada.....	84
Tabla 14 Caracterización de Variables Estocásticas en el Análisis de Riesgos .....	86
Tabla 15 Comparación de Resultados entre Escenario Base y Escenario con Riesgos (Simulación Monte Carlo).....	88
Tabla 16 Interpretación y Acciones Estratégicas.....	90
Tabla 17 Validación entidades externas .....	92
Tabla 18 Matriz de Implementación de Estrategias.....	94
Tabla 19 Ajustes de estrategia frente a brechas identificadas en la gestión de riesgos .....	99
Tabla 20 Actividades clave en la fase de monitoreo y ajuste del plan de gestión de riesgos .....	101
Tabla 21 Roles y responsabilidades en el monitoreo y control de riesgos .....	101

Tabla 22 Herramientas y Técnicas.....	102
Tabla 23 Frecuencia de Evaluación .....	103
Tabla 24 Protocolo para ajustes en estrategias .....	104
Tabla 25 Documentación y Reportes.....	104
Tabla 26 Comunicación con Stakeholders.....	105
Tabla 27 Validación entidades externas .....	106

## Índice de Anexos

ANEXO 1 Criterios de selección de expertos.....	119
ANEXO 2 Cuestionario aplicado a expertos – Riesgos Internos .....	120
ANEXO 3 Cuestionario aplicado a expertos – Riesgos Externos .....	124
ANEXO 4 Matriz de evaluación cualitativa – Riesgos internos.....	126
ANEXO 5 Matriz de evaluación cualitativa – Riesgos externos.....	133

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación se enfoca en el desarrollo de un modelo de gestión de riesgos para la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura, un punto neurálgico del comercio colombiano debido a su ubicación estratégica a nivel nacional e internacional facilitando el tránsito de mercancías hacia y desde estos destinos. La creciente demanda de infraestructura logística en esta región, impulsada por el incremento del comercio internacional y las mejoras en la conectividad vial, ha resaltado la necesidad de abordar desafíos críticos como sobrecostos, retrasos y deficiencias en la calidad de las construcciones sin ninguna herramienta de medición que nos permita eliminar la incertidumbre propia en la construcción de Centros de distribución al interior de la Zona Franca.

A pesar de su importancia, el desarrollo de bodegas enfrenta serios desafíos debido a la falta de un modelo adecuado que integre estrategias efectivas de gestión de riesgos. Este proyecto busca desarrollar un enfoque sistemático para identificar y evaluar los riesgos específicos asociados con la construcción en esta zona, priorizar y cuantificar los riesgos más críticos, y diseñar estrategias efectivas para su gestión. Al integrar estos elementos, se pretende mejorar la eficiencia operativa y competitividad de la Zona Franca CELPA como centro logístico confiable, contribuyendo significativamente al desarrollo económico regional y nacional.

**TITULO DE TRABAJO DE GRADO**

**MODELO INTEGRAL DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE BODEGAS EN LA ZONA FRANCA CELPA DE BUENAVENTURA**

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### Planteamiento del problema

La Zona Franca CELPA, ubicada en Buenaventura, representa un nodo logístico estratégico para Colombia y la región Pacífica, gracias a su ubicación privilegiada sobre la costa del Pacífico y su cercanía con los tres principales terminales marítimas del país: la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A., TC Buen S.A. y la Sociedad Puerto Industrial Aguadulce S.A. Esta localización geográfica les otorga una posición competitiva frente a los mercados internacionales, especialmente con las naciones de la Cuenca del Pacífico, y facilita la conexión con los mercados del Atlántico a través del Canal de Panamá.

El crecimiento sostenido del comercio exterior, la ejecución de políticas nacionales de desarrollo económico y la modernización de la vía alterna interna, que ha reducido significativamente los tiempos de transporte hacia el interior del país, han incrementado la demanda de infraestructura logística especializada, particularmente de bodegas de gran formato y centros de distribución. Estas edificaciones son esenciales para el almacenamiento, distribución y manejo eficiente de mercancías, consolidándose como un elemento estructural del funcionamiento y la competitividad de la Zona Franca CELPA.

Sin embargo, la construcción de este tipo de infraestructuras enfrenta retos significativos derivados de las condiciones técnicas, ambientales, regulatorias y logísticas del contexto portuario. Según Oviedo Martínez (2011), las bodegas de gran formato requieren diseños adaptados a la operación intensiva, con especificaciones que incluyen muelles de carga y descarga alineados, alturas adecuadas, suelos de alta resistencia y zonas de oficinas complementarias tipo mezanine. Estas condiciones técnicas, aunque esenciales para la eficiencia, incrementan la complejidad del

diseño y la ejecución de los proyectos, generando riesgos que rara vez se abordan de manera integral desde la fase de planificación.

En el caso de CELPA, la revisión de informes internos y reportes técnicos de seguimiento de obras realizados entre 2022 y 2024 evidencia la recurrencia de desviaciones tanto en costos como en plazos dentro de los proyectos constructivos del parque logístico. Los registros analizados señalan incrementos presupuestales y retrasos asociados a condiciones no previstas del terreno, ajustes en los diseños durante la ejecución y dificultades en la coordinación entre contratistas y proveedores. Estas observaciones, aunque no sistematizadas estadísticamente, constituyen una evidencia empírica suficiente para identificar un patrón de riesgo recurrente, el cual se relaciona directamente con la ausencia de herramientas metodológicas que permitan anticipar, evaluar y mitigar de forma estructurada los impactos técnicos, financieros y operativos de las obras.

A pesar de los avances técnicos en diseño y construcción, la gestión de riesgos sigue siendo un aspecto subestimado por la mayoría de las empresas constructoras de la región. De acuerdo con Torres-Matos (2021), gran parte de estas organizaciones carece de metodologías estructuradas para identificar, evaluar y mitigar riesgos, lo cual se traduce en sobrecostos, retrasos, reprocesos y fallas en la calidad de las obras. Esta falta de sistematización afecta directamente la credibilidad de la Zona Franca CELPA, disminuye la confianza de inversionistas y usuarios, y debilita su capacidad de posicionarse frente a otras plataformas logísticas de la región.

Los hallazgos de Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez y Villa-Marulanda (2023) confirman que las desviaciones presupuestales y los retrasos en proyectos de construcción se originan en deficiencias en la planeación, errores de diseño y supervisión inadecuada, factores que se intensifican en entornos portuarios por la complejidad logística y las exigencias regulatorias. A su vez, Rudelli et al. (2018) destacan que los retrasos recurrentes en la ejecución se deben a una

gestión deficiente del tiempo y los recursos, lo que refuerza la necesidad de incorporar mecanismos formales de gestión del riesgo.

En este contexto, la planificación de proyectos dentro de CELPA carece de herramientas metodológicas que integren de manera efectiva la identificación, priorización y control de riesgos asociados a la construcción de bodegas y centros de distribución. Esta ausencia de un enfoque sistemático limita la capacidad de respuesta ante contingencias, genera vulnerabilidad técnica y económica, y perpetúa inconsistencias que deterioran la calidad y sostenibilidad de la infraestructura.

Diversos autores como Benavides Gómez (2016) y López Mendoza (2005) coinciden en que la gestión de riesgos debe entenderse como un proceso estructurado y continuo que abarca la planificación, identificación, análisis, respuesta, monitoreo y control de los riesgos del proyecto, con el fin de aumentar la probabilidad de eventos positivos y reducir los negativos. En el caso de CELPA, su no aplicación ha derivado en ineficiencias operativas, pérdidas financieras y deterioro en los estándares de construcción.

El autor de esta investigación sostiene que la problemática actual en la construcción de bodegas dentro de la Zona Franca CELPA proviene de una planificación deficiente que no incorpora adecuadamente las condiciones locales. Factores como el nivel freático alto, la variabilidad climática, la normativa ambiental, la congestión logística y las restricciones presupuestales configuran un entorno de riesgo elevado que requiere un tratamiento especializado.

Por tanto, el problema central radica en la ausencia de un modelo integral de gestión de riesgos adaptado a las particularidades técnicas, geográficas, ambientales y operativas de la Zona Franca CELPA. Esta carencia impide prever y gestionar oportunamente las amenazas que afectan

los proyectos de construcción, comprometiendo la eficiencia, la seguridad estructural y la competitividad del complejo logístico.

Frente a esta situación, se hace necesario desarrollar un modelo integral de gestión de riesgos que permita identificar, evaluar, priorizar y mitigar los riesgos asociados a la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, incorporando un enfoque metodológico que cuantifique los impactos, proponga estrategias efectivas de mitigación y oriente la toma de decisiones hacia la sostenibilidad técnica, económica y operativa de los proyectos. Solo así será posible fortalecer la confianza de los inversionistas, garantizar la continuidad operativa y consolidar a CELPA como una plataforma logística de referencia nacional e internacional.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo se puede desarrollar un modelo de gestión de riesgos que integre eficazmente los procesos de planificación, identificación, análisis, y control para mitigar los riesgos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura?

### **Alcance del trabajo de grado**

El proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un modelo de planificación integral que buscará incorporar estrategias efectivas en la gestión de riesgos para la construcción de bodegas en la Zona Franca Celpa Buenaventura. El alcance del proyecto incluye la identificación y categorización de los principales factores de riesgo que afectan la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA a través de juicio de expertos, considerando aspectos climáticos, geográficos, logísticos y regulatorios. Se realizará un análisis detallado del impacto de estos riesgos, clasificándolos según su probabilidad de ocurrencia y su potencial impacto en los proyectos de construcción.

El proyecto se centrará en seleccionar y adaptar métodos o técnicas más adecuadas para el contexto específico de la Zona Franca CELPA, con el objetivo de maximizar la eficiencia en la asignación y utilización de recursos materiales, financieros y humanos.

## **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **Objetivo general**

Desarrollar un modelo de gestión de riesgos para la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura, que integre los procesos de planificación, identificación, análisis, respuesta y control de estrategias para mitigar riesgos.

### **Objetivos específicos**

Evaluar los riesgos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA mediante juicio de expertos y estudio del estado del arte.

Cuantificar los riesgos relevantes en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA con base en su priorización.

Diseñar estrategias efectivas para gestionar y monitorear los riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA.

### **Resultados esperados**

Los resultados esperados de Desarrollar un modelo de gestión de riesgos para la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura, que integre los procesos de planificación, identificación, análisis, respuesta y control de estrategias para mitigar riesgos son los siguientes:

1. Evaluación de riesgos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA mediante juicio de expertos y estudio del estado del arte: Establecer un marco metodológico que permita identificar y evaluar de manera integral los riesgos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, considerando tanto factores internos como externos.

- Marco Metodológico Establecido: Creación de un marco metodológico claro y estructurado que permita identificar y evaluar los riesgos de manera integral.
  - Lista de Riesgos por capítulos según estructura EDT: Generación de una lista detallada de riesgos potenciales, considerando factores internos y externos específicos del entorno de la Zona Franca CELPA.
  - Criterios de Evaluación Definidos: Establecimiento de criterios claros para la evaluación de riesgos, facilitando su priorización y gestión.
2. Cuantificar los riesgos relevantes en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA con base en su priorización: Priorizar los riesgos mediante análisis cualitativo para determinar su impacto potencial, seguido de un análisis cuantitativo de los riesgos más críticos, utilizando herramientas y técnicas adecuadas para cuantificar su probabilidad e impacto.
- Matriz de Riesgos Priorizada: Desarrollo de una matriz que clasifique los riesgos según su impacto y probabilidad, priorizando aquellos que requieren atención inmediata.
  - Informe Cuantitativo Detallado: Elaboración de un informe que cuantifique los riesgos más críticos, utilizando herramientas y técnicas adecuadas para evaluar su probabilidad e impacto.
  - Base para la Toma de Decisiones: Provisión de datos analíticos que sirvan como base sólida para la toma de decisiones estratégicas en la gestión del proyecto.
3. Diseñar estrategias efectivas para gestionar y monitorear los riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA: Diseñar estrategias específicas para mitigar, transferir,

aceptar o evitar los riesgos priorizados, asegurando su gestión efectiva durante todo el ciclo del proyecto, y establecer un sistema de monitoreo continuo para ajustar las estrategias según sea necesario.

- Estrategias de Respuesta Diseñadas e Implementadas: Diseño de estrategias específicas para mitigar, transferir, aceptar o evitar los riesgos priorizados.
- Sistema de Monitoreo Continuo: Establecimiento de un sistema para el monitoreo continuo de riesgos, permitiendo ajustes oportunos en las estrategias según cambios en el estado del proyecto.
- Reducción del Impacto del Riesgo: Minimización del impacto negativo potencial sobre el proyecto mediante la gestión proactiva y adaptativa de los riesgos identificados.

4. Mejoras en la planificación de la etapa de construcción de Bodegas al interior de la Zona Franca:

- Reducir costos y tiempos de construcción mediante estrategias de gestión de riesgos, mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones en la ejecución del Centro de Distribución en la Zona Franca

5. Modelo Integral de Gestión de Riesgos:

- Desarrollo de un modelo integral de gestión de riesgos que incluya estrategias de mitigación, transferencia, evitación o aceptación, y que sea replicable en otros proyectos de bodegas en Buenaventura. Este modelo serviría como marco de referencia estandarizado para futuros desarrollos industriales en la región y el país.

## JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Justificación teórica. Esta investigación se sustenta en la necesidad de incorporar fundamentos teóricos de gestión de riesgos aplicados a la construcción de bodegas logísticas. Si bien estudios como los de Oviedo Martínez (2011) y López Mendoza (2005) han señalado problemas estructurales y de diseño que afectan la eficiencia operativa, no han abordado de manera integral cómo un modelo de gestión de riesgos podría mitigar dichas problemáticas. Esta propuesta contribuye al cuerpo teórico existente al plantear un modelo que no solo permite identificar y priorizar factores de riesgo, sino que también formula estrategias efectivas para su gestión, ampliando el marco conceptual sobre planificación logística en zonas francas.

Justificación metodológica. El estudio adopta un enfoque mixto, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas para analizar e interpretar los riesgos presentes en proyectos constructivos. Esta metodología facilita una comprensión integral de los desafíos técnicos, logísticos y ambientales que enfrenta la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, permitiendo una evaluación más precisa y contextualizada de los riesgos.

Justificación práctica. En términos prácticos, la investigación busca identificar factores que limitan la competitividad y eficiencia de CELPA. La falta de un modelo estructurado de gestión de riesgos ha derivado en sobrecostos, retrasos y problemas de calidad en la ejecución de bodegas. Esta situación compromete la capacidad de la zona para consolidarse como un nodo logístico eficiente. El desarrollo de un modelo eficaz busca fortalecer los procesos constructivos y mejorar la atracción de inversión en la región.

## MARCO DE REFERENCIA

La gestión logística se presenta como un conjunto de procesos integrados que buscan optimizar el flujo de bienes, información y recursos desde el punto de origen hasta el destino final, lo cual es esencial para asegurar la eficiencia operativa y competitividad en entornos logísticos complejos como las zonas francas. En este contexto, se destacan algunos conceptos y teorías fundamentales que abordan la gestión del tiempo, los recursos y los riesgos asociados a las operaciones logísticas. La planificación financiera eficiente, la gestión estructurada de proyectos y el modelo de complejidad adaptado son conceptos clave que permiten abordar las dinámicas cambiantes del sector logístico.

### **Marco conceptual**

**Desviaciones Presupuestales:** Las desviaciones presupuestales se refieren a las diferencias entre los costos proyectados y los costos reales en proyectos de construcción, y pueden ser causadas por errores en el costeo, cambios frecuentes en el diseño, falta de experiencia del contratista y demoras en la toma de decisiones del cliente (Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez, & Villa-Marulanda, 2023).

**Retrasos en Proyectos de Construcción:** Los retrasos se definen como actos o eventos que extienden el tiempo requerido para completar un proyecto bajo contrato, pueden ser causados por problemas durante la ejecución, problemas con la mano de obra, cuestiones financieras y complicaciones de diseño (Rudelli, Viles, González, & Santilli, 2018).

**Complejidad en la Gestión de Proyectos:** La complejidad en la gestión de proyectos se refiere a la interacción entre diversos factores que influyen en el rendimiento y éxito de los proyectos, incluyendo la interconexión de sistemas y subsistemas, así como factores internos y

externos que afectan el éxito del proyecto (Sarmiento-Rojas, Hernández-Carrillo, & Güiza-Pinzón, 2023).

**Gestión Estructurada y Estandarizada:** La gestión estructurada y estandarizada implica una planificación detallada, control de costos y gestión de riesgos según las guías del Project Management Institute (PMI) que aseguran que todos los aspectos del proyecto estén coordinados y gestionados adecuadamente (Benavides Gómez, 2016).

**Planeación Deficiente:** La planeación deficiente se refiere a la falta de una adecuada previsión y organización de las actividades del proyecto, lo que puede llevar a desviaciones significativas en tiempo y costos, incluyendo la falta de integración entre profesionales y una estimación inadecuada del cronograma y presupuesto (Lozano Serna, Patiño Galindo, Gómez-Cabrera, & Torres, 2018).

**Modelo de Planeación Estratégica:** Un modelo de planeación estratégica es una herramienta que permite a las organizaciones establecer una hoja de ruta clara para alcanzar sus objetivos a largo plazo, identificando oportunidades y amenazas en el entorno, lo cual es fundamental para minimizar riesgos y optimizar recursos en proyectos logísticos (Sandoval Acevedo & Escobar Salas, 2021).

**Criterios para la Planeación de Centros de Distribución:** Los criterios para la planeación de centros de distribución incluyen la identificación de factores críticos como la ubicación, el diseño logístico y la capacidad operativa, criterios son esenciales para gestionar eficientemente los riesgos asociados con la logística y el almacenamiento (León & Restrepo, 2022).

**Gestión Integral del Proyecto:** La gestión integral del proyecto abarca todas las áreas del conocimiento necesarias para asegurar el éxito del proyecto, incluyendo la gestión del alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados, un enfoque integral para identificar y mitigar riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Núñez López, 2021).

**Gestión de Proyectos Lean:** La gestión de proyectos Lean es una metodología que busca maximizar el valor al cliente mediante la minimización de desperdicios en los procesos. Este enfoque es particularmente relevante para la gestión de riesgos en proyectos de construcción, ya que permite identificar y mitigar ineficiencias que podrían convertirse en riesgos operativos (Ruiz Jiménez, 2019).

**Técnicas de Gestión de Riesgos:** Entre las técnicas más utilizadas se encuentra la tormenta de ideas (brainstorming), que permite generar listas de riesgos a partir de sesiones grupales con expertos y actores clave del proyecto (PMI, 2017). Esta técnica es particularmente útil en las etapas iniciales de planificación. Las entrevistas estructuradas y semiestructuradas también resultan efectivas, ya que permiten recoger el conocimiento tácito de actores con experiencia relevante. Estas han sido recomendadas por Torres-Matos (2021) para contextos urbanos de construcción, donde las variables externas influyen significativamente en la ejecución. Otra técnica reconocida es el juicio de expertos, implementado bajo el método Delphi modificado. Este método permite obtener consenso entre especialistas a través de rondas sucesivas de consulta, tal como lo reportan Rudelli et al. (2018) en sus estudios sobre riesgos en obras de infraestructura. Finalmente, el análisis de causa raíz (Root Cause Analysis) es una técnica analítica orientada a comprender el origen profundo de los riesgos identificados. Esta herramienta permite categorizar adecuadamente los factores causales y anticipar escenarios críticos (PMI, 2017).

**Plan de Gestión de Riesgos:** Un plan de gestión de riesgos es un documento que describe cómo se abordarán los riesgos en un proyecto. Incluye la identificación, análisis, respuesta y monitoreo de riesgos potenciales para minimizar su impacto en el proyecto. Este plan permite asegurar que los riesgos se gestionen de manera proactiva y estructurada (Salazar Alzate, 2022).

**Matriz de Impacto y Probabilidad:** La matriz de impacto y probabilidad es una herramienta utilizada para evaluar y priorizar los riesgos en función de su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial en el proyecto, ayudando a enfocar los esfuerzos de gestión en los riesgos más críticos (Vargas González, 2024).

**Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos:** El análisis cualitativo evalúa la probabilidad y el impacto de los riesgos utilizando criterios subjetivos, mientras que el análisis cuantitativo utiliza datos numéricos para estimar el efecto financiero o temporal de los riesgos, análisis fundamentales para una gestión efectiva del riesgo (Salazar Alzate, 2022).

**Planificación Financiera Eficiente:** La planificación financiera eficiente implica la elaboración de presupuestos precisos y la gestión adecuada de los recursos financieros para minimizar las desviaciones presupuestarias, y así mantener la viabilidad económica de los proyectos y asegurar que los recursos se utilicen de manera óptima (Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez, & Villa-Marulanda, 2023).

**Modelo de Complejidad Adaptado:** Un modelo de complejidad adaptado considera las características específicas del entorno y las necesidades del proyecto para optimizar el uso de recursos humanos y materiales, permitiendo gestionar eficientemente la complejidad inherente a los proyectos de construcción, asegurando que los recursos se asignen adecuadamente (Sarmiento-Rojas, Hernández-Carrillo, & Güiza-Pinzón, 2023).

**Gestión Estructurada de Proyectos:** La gestión estructurada de proyectos implica el uso de metodologías estandarizadas para planificar, ejecutar y controlar proyectos, asegurando que los recursos se utilicen de manera eficiente, incluyendo la planificación detallada, el control de costos y la gestión de riesgos (Benavides Gómez, 2016).

### **Marco teórico.**

#### **Modelos integrales existentes para la planificación logística en zonas francas u otros contextos similares.**

Para la identificación de los modelos integrales existentes para la planificación logística en zonas francas u otros contextos similares, se ha considerado la revisión de algunos antecedentes de investigación entre los que se cuentan los aportes de Rudelli, Viles, González y Santilli (2018); Sarmiento-Rojas, Hernández-Carrillo y Güiza-Pinzón (2023); Benavides Gómez (2016); Lozano Serna et al. (2018); Sandoval Acevedo y Escobar Salas (2021); Núñez López (2021) y Salazar Álzate, (2022).

En el estudio de Sarmiento-Rojas, Hernández-Carrillo y Güiza-Pinzón (2023), se aborda la complejidad en la gestión de proyectos en el sector de la construcción colombiano, lo que es relevante para la planificación logística en zonas francas, destacando la necesidad de formular un modelo de complejidad adaptado al contexto colombiano, considerando las características empresariales y del entorno. La propuesta se centra en integrar elementos como el cronograma, el entorno, la organización, el uso de tecnologías y las políticas, lo que puede ser aplicable a la planificación logística integral en zonas francas al considerar las dinámicas complejas y cambiantes del sector (Sarmiento-Rojas et al., 2023).

Por otro lado, aunque el documento de Rudelli et al. (2018) se centra principalmente en las causas de retrasos en proyectos de construcción, su enfoque cualitativo sobre la identificación de

problemas durante la ejecución y aspectos administrativos puede proporcionar información para mejorar la planificación logística. A partir de su trabajo se puede considerar el modelo de enfoque en identificación de estos factores críticos, que permite diseñar estrategias para mitigar los riesgos asociados con los retrasos y optimizar los recursos disponibles, lo cual es crucial para un modelo integral de planificación logística (Rudelli et al., 2018). En esta línea, también está el estudio de Lozano Serna et al. (2018) que identifica factores críticos que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia, y que, aunque no se centra directamente en modelos logísticos, su análisis sobre la importancia de una adecuada planificación e integración entre profesionales es aplicable a la gestión logística en zonas francas.

En el enfoque de identificación de puntos críticos está también el trabajo de Salazar Alzate (2022), que presenta un plan de dirección de proyectos para la comercialización y construcción de bodegas industriales en el Parque Industrial El Otoño, incluyendo un enfoque integral que abarca desde la identificación de interesados hasta la gestión de riesgos y adquisiciones. De este trabajo se destaca el uso de herramientas como la técnica PERT y el método de ruta crítica para optimizar la planificación y ejecución del proyecto.

El trabajo de Benavides Gómez (2016) sobre la gestión de proyectos bajo la guía del Project Management Institute (PMI) ofrece un marco metodológico que puede ser adaptado para la planificación logística en zonas francas. Este enfoque enfatiza la importancia de una gestión estructurada y estandarizada, que incluye planificación detallada, control de costos y gestión de riesgos, todos ellos componentes esenciales para un modelo integral eficaz en entornos logísticos complejos (Benavides Gómez, 2016).

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación empleada durante el desarrollo del proyecto se basó en los principios de la Guía del PMBOK (Project Management Institute [PMI], 2021). Esta guía proporcionó un marco estructurado y flexible, ampliamente reconocido a nivel internacional, que permitió abordar de manera sistemática la gestión de riesgos en proyectos de construcción. Su aplicación resultó especialmente adecuada para el contexto de la Zona Franca CELPA, dada la complejidad logística y operativa inherente a la construcción de bodegas.

El enfoque metodológico aplicado fue de tipo mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para abordar integralmente la gestión de riesgos. La Guía del PMBOK facilitó esta combinación al integrar técnicas como el juicio de expertos, el análisis de causa raíz, el método de jerarquía analítica (AHP) y la simulación de Monte Carlo. Estas herramientas contribuyeron a mejorar la toma de decisiones, reducir la incertidumbre y aumentar la probabilidad de éxito en proyectos de infraestructura logística como los desarrollados en Buenaventura. A continuación, se describen las fases metodológicas implementadas con sus respectivas técnicas e instrumentos.

La Figura 1 sintetiza gráficamente esta secuencia metodológica, estructurando las fases principales del proceso de investigación y las técnicas aplicadas en cada una de ellas.

**Evaluar los riesgos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA mediante juicio de expertos y estudio del estado del arte.**

**Estudio del estado del arte:** Se realizó una revisión en bases de datos académicas y literatura especializada para identificar riesgos presentes en proyectos similares. Los riesgos encontrados fueron clasificados por categorías (técnicos, financieros, regulatorios, ambientales, entre otros). A partir de ello, se elaboró una lista inicial de riesgos que sirvió de base para las siguientes fases.

**Juicio de expertos:** Se seleccionaron profesionales con experiencia relevante en construcción y gestión de riesgos. Se aplicó el método Delphi para evaluar los riesgos identificados, complementar el listado y asignar calificaciones de impacto y probabilidad. El proceso se repitió en varias rondas hasta alcanzar consenso, y se realizó un análisis final para documentar las conclusiones obtenidas.

**Cuantificar los riesgos relevantes en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA con base en su priorización.**

**Evaluación cualitativa:** Se aplicó una matriz de riesgos para calificar la probabilidad e impacto de los riesgos, permitiendo una primera priorización.

**Priorización mediante AHP:** Se empleó el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process) para jerarquizar los riesgos según criterios estructurados.

**Cuantificación con análisis de Monte Carlo:** A través de simulaciones de Monte Carlo se cuantificó el efecto de los riesgos priorizados sobre las variables críticas del proyecto, como el costo y el tiempo.

**Diseñar estrategias efectivas para gestionar y monitorear los riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA.**

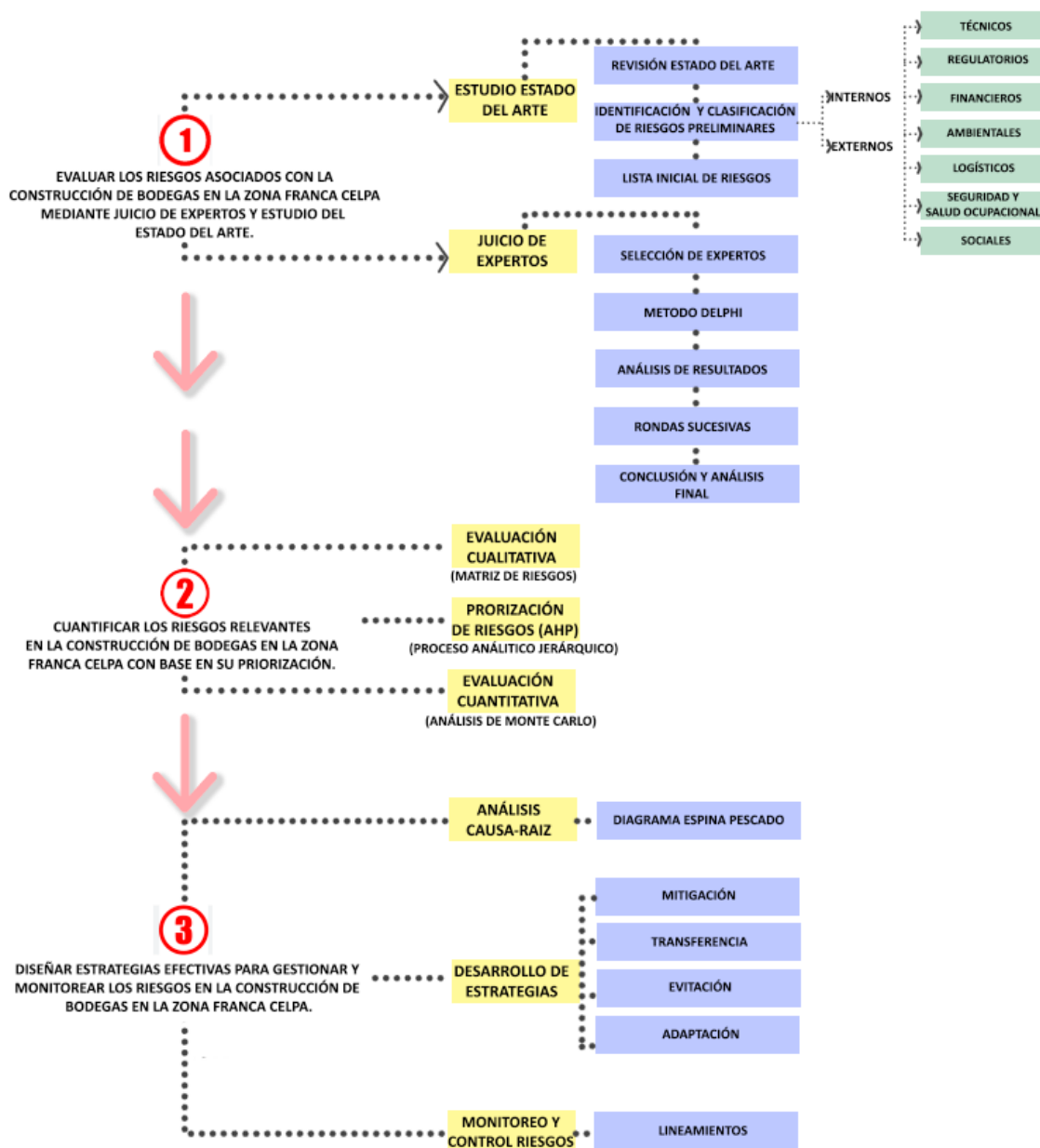
**Análisis de causa raíz:** Se utilizó esta técnica para rastrear los factores estructurales y operativos que originan los riesgos, facilitando respuestas específicas (PMI, 2017).

**Desarrollo de estrategias de respuesta:** Con base en los resultados anteriores, se diseñaron respuestas estratégicas como evitar, transferir, mitigar o aceptar los riesgos, alineadas con las buenas prácticas de gestión de riesgos recomendadas por el PMI (2017) y autores como Rudelli, Sánchez y Gómez (2018).

**Monitoreo y control de riesgos:** Se establecieron lineamientos para supervisar continuamente los riesgos y evaluar la efectividad de las estrategias. Se definieron indicadores clave de desempeño (KPI) y mecanismos de revisión periódica para garantizar una gestión continua (Torres-Matos, 2021; Benavides Gómez, 2016).

**Figura 1**

*Diagrama metodológico propuesto para el desarrollo del modelo de gestión de riesgos.*



## **FASE 1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS**

La identificación y evaluación de riesgos es el punto de partida esencial para una gestión efectiva en proyectos de construcción. En el caso de las bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura, esta etapa resulta especialmente relevante, ya que permite anticipar amenazas que podrían comprometer el cumplimiento de los objetivos en términos de costos, tiempos y calidad. Un análisis detallado de los riesgos, tanto internos como externos, facilita la implementación de medidas preventivas adecuadas, reduce la incertidumbre y mejora la capacidad de respuesta ante escenarios adversos. Además, fortalece la planificación del proyecto y respalda una toma de decisiones más informada y estratégica durante su ejecución.

### **Revisión del estado del arte sobre gestión de riesgos en construcción de bodegas.**

Este capítulo tiene como objetivo ofrecer un análisis de los enfoques y herramientas metodológicas utilizados en la gestión de riesgos asociados con la construcción de bodegas. Para ello, se revisaron investigaciones, estudios de caso y planes de proyecto relevantes, con énfasis en la identificación de tendencias, vacíos conceptuales y buenas prácticas aplicables al contexto de la Zona Franca CELPA de Buenaventura. A continuación, se presenta una síntesis de los trabajos más destacados.

La construcción de bodegas en zonas logísticas y francas, como la Zona Franca CELPA en Buenaventura, enfrenta retos significativos derivados de riesgos financieros, regulatorios, climáticos, geográficos y operativos. Diversos estudios han documentado los problemas asociados a estos proyectos, incluyendo retrasos, sobrecostos y deficiencias estructurales, resaltando la necesidad de incorporar modelos robustos de gestión de riesgos.

Salazar Alzate (2022) desarrolló un plan de dirección de proyectos para el Parque Industrial El Otoño en Pereira, utilizando herramientas como la técnica PERT y el método del camino crítico. Su estudio concluyó que una planificación integral es esencial para mitigar riesgos financieros y de cronograma, optimizando recursos y maximizando el rendimiento del proyecto. Este enfoque aporta al proyecto actual la necesidad de implementar herramientas metodológicas que aseguren la identificación y priorización de riesgos específicos en las fases iniciales de construcción.

Por su parte, Sandoval Acevedo y Escobar Salas (2021) presentaron un modelo de planeación estratégica para empresas de construcción, destacando la sostenibilidad y la gestión de recursos como factores clave para la competitividad a largo plazo. Este trabajo resalta la necesidad de anticipar riesgos y definir hojas de ruta claras, lo que resulta aplicable a la gestión logística de zonas francas, garantizando un enfoque proactivo en la planificación de infraestructura.

Sarmiento-Rojas, Hernández-Carrillo y Güiza-Pinzón (2023) desarrollaron un modelo de complejidad adaptado que considera interacciones dinámicas entre sistemas y subsistemas, proponiendo un enfoque adaptable a las condiciones del entorno local. Su estudio introduce la importancia de gestionar la complejidad en proyectos de construcción colombianos, alineándolo con el contexto de Buenaventura, donde factores geográficos y regulatorios aumentan la incertidumbre.

Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez y Villa-Marulanda (2023) analizaron las causas de desviaciones presupuestarias, concluyendo que la falta de estimaciones precisas y los cambios frecuentes en el diseño son determinantes para los sobrecostos. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una planificación financiera robusta, aspecto clave en el desarrollo de bodegas para evitar fluctuaciones que impacten la viabilidad del proyecto.

Ruiz Jiménez (2019) evaluó el desempeño en la etapa de diseño de empresas constructoras en Buenaventura, revelando que el 80 % operan de manera empírica y sin metodologías formales de gestión de proyectos. Esto resalta la necesidad de implementar modelos estructurados de gestión de riesgos desde la etapa de diseño, con el fin de reducir incertidumbres y garantizar estándares de calidad.

León y Restrepo Beltrán (2022) identificaron factores logísticos clave en centros de distribución, como la ubicación estratégica y el diseño eficiente, esenciales para optimizar operaciones y minimizar riesgos operativos. Estos criterios son relevantes para estructurar la gestión de riesgos en la construcción de bodegas, garantizando un diseño alineado con las necesidades logísticas de la Zona Franca CELPA.

Núñez López (2021) presentó un plan de gestión para el diseño del Centro de Distribución Norte Induveca, abarcando las diez áreas de conocimiento del PMBOK. Este enfoque integral enfatiza la coordinación de los equipos y el control de riesgos en todas las etapas del proyecto. Su aplicación al entorno de Buenaventura permitiría cubrir áreas críticas como el cronograma, los costos y las adquisiciones, mejorando la eficiencia operativa.

Rudeli, Viles, González y Santilli (2018) analizaron las causas de retrasos en proyectos de construcción, destacando problemas en la ejecución, mano de obra, diseño y financiamiento como los principales responsables de las demoras. Este estudio evidencia la importancia de desarrollar herramientas específicas que identifiquen y mitiguen estas causas, aportando un enfoque preventivo en la planificación del proyecto.

Lozano Serna, Patiño Galindo, Gómez-Cabrera y Torres (2018) identificaron la falta de integración entre profesionales y la inadecuada planificación como causas principales de desviaciones en tiempos y costos. Este estudio refuerza la relevancia de implementar modelos

colaborativos que promuevan una comunicación efectiva entre los diferentes actores del proyecto en la Zona Franca CELPA.

Finalmente, Vargas González (2024) desarrolló un plan de gestión para una bodega médica en una zona franca, destacando la integración de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles. Este enfoque mejora la eficiencia operativa y refuerza la competitividad en mercados internacionales, elementos clave para replicar en el contexto de Buenaventura, donde los beneficios fiscales y logísticos de la zona franca representan una ventaja estratégica.

La revisión del estado del arte muestra que, aunque existen investigaciones valiosas sobre la gestión de riesgos, es necesario un modelo integral específico para la Zona Franca CELPA, considerando sus condiciones únicas. Se identifican como prioridades:

- Implementar metodologías robustas de planificación y monitoreo de riesgos (Salazar Alzate, Sandoval Acevedo & Núñez López, 2022).
- Desarrollar modelos adaptativos que gestionen la complejidad de los proyectos en contextos locales (Sarmiento-Rojas et al., 2023).
- Enfrentar las desviaciones presupuestarias y de cronograma con herramientas colaborativas y de análisis cuantitativo (Sánchez-Bedoya et al., 2023; Lozano Serna et al., 2018).
- Incorporar tecnologías y prácticas sostenibles que optimicen los procesos constructivos y logísticos (Vargas González, 2024).

Este análisis proporciona una referencia conceptual y metodológica para el desarrollo de un modelo de gestión de riesgos que aborde las particularidades del entorno de Buenaventura, asegurando la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los proyectos en la Zona Franca CELPA.

## **Identificación de vacíos y áreas de oportunidad**

La revisión del estado del arte pone de manifiesto diversos vacíos y áreas críticas no abordadas en la literatura revisada, tales como:

- La ausencia de modelos específicos adaptados a la realidad operativa y geográfica de Buenaventura.
- Limitada integración de enfoques cuantitativos y cualitativos en la priorización de riesgos.
- Falta de análisis de viabilidad financiera en contextos de alta vulnerabilidad económica y logística.

Así mismo, la revisión del estado del arte demuestra que, aunque existen avances significativos en la gestión de riesgos en proyectos de construcción, aún persisten desafíos específicos en el contexto de zonas francas como CELPA. Incorporar enfoques integrales que combinen metodologías estructuradas, herramientas de gestión cuantitativa, y adaptaciones al entorno local sería esencial para asegurar el éxito de proyectos logísticos en esta región.

## **Identificación y clasificación preliminar de riesgos internos y externos**

A partir de la revisión del estado del arte, se han identificado los principales riesgos internos y externos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura. Estos riesgos se clasifican en categorías según sus características específicas y su impacto potencial. La identificación incluye referencias a los estudios revisados, que proporcionan una base inicial y empírica para el análisis.

### **Riesgos Internos**

**Riesgos Técnicos y de Diseño.** La literatura especializada sostiene que los errores de diseño y construcción influyen negativamente en la confiabilidad de edificaciones industriales,

incrementando la probabilidad de fallas estructurales durante la fase de operación (Lipin, Bashirzade, Hajiyevev, & Garibov, 2025). Asimismo, estudios como el de Peansupap y Ly (2015) destacan que las deficiencias en los planos y cálculos estructurales suelen tener un impacto elevado sobre los costos, cronogramas y desempeño técnico de los proyectos, especialmente en entornos con debilidades institucionales o controles de calidad insuficientes.

**Riesgos de Gestión y Planificación.** Los riesgos internos de gestión y planificación son aquellos generados por la falta de políticas, procedimientos o registros sistemáticos desde el inicio del proyecto, lo que puede resultar en desviaciones de presupuesto, cronograma y calidad. Estos riesgos, conocidos como “internally generated risks”, se originan dentro de la estructura del proyecto y no se controlan adecuadamente si no se realiza una planificación e identificación de riesgos integrada desde la fase conceptual (Gachie, 2017)

**Riesgos de Recursos Humanos.** Los riesgos asociados con la gestión de recursos humanos en proyectos de construcción incluyen déficit de personal calificado, errores humanos, mala supervisión, deficiente capacitación y alta rotación. Estos factores pueden resultar en retrasos, accidentes y baja productividad. Opatha, Kad y Perera (2024) señalan que, debido al carácter altamente intensivo en mano de obra de la construcción, una gestión de RR. HH. inadecuada es una fuente crítica de errores, afectando directamente la seguridad, calidad y rendimiento del proyecto.

**Riesgos de Materiales y Equipos.** Los riesgos asociados con materiales y equipos incluyen la baja calidad de insumos, fallos en el suministro, y equipos defectuosos o mal mantenidos. Según Chin Hon Sin et al. (2024), la calidad del material y el control de inventario son desafíos críticos en proyectos de construcción, siendo necesarios controles rigurosos para mitigar impactos negativos en la ejecución del proyecto.

**Riesgos Financieros y Contractuales.** Los riesgos financieros y contractuales comprenden sobrecostos, retrasos en pagos, cláusulas ambiguas y conflictos contractuales. Ruiz Jiménez (2019) y Sánchez-Bedoya et al. (2023) destacan que la falta de control financiero y el incumplimiento de pagos a contratistas y proveedores afectan el avance del proyecto, reduciendo su viabilidad económica.

**Riesgos de Seguridad y Medio Ambiente.** Los riesgos de seguridad y medio ambiente incluyen accidentes laborales, exposición a sustancias peligrosas y daño al entorno. Según el Consejo Colombiano de Seguridad (2023), estos riesgos afectan no solo la salud de los trabajadores sino también la imagen y sostenibilidad de los proyectos. La gestión preventiva y el cumplimiento normativo son esenciales para mitigar estos impactos.

### **Priorización Preliminar de Riesgos**

Tras identificar estos riesgos, se recomienda priorizarlos con base en su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial en la construcción de las bodegas. Este análisis inicial destaca los siguientes riesgos como los más críticos:

- Riesgos técnicos y de diseño (Lipin, Bashirzade, Hajiyev, & Garibov, 2025)
- Riesgos de Gestión y Planificación (Gachie, 2017).
- Riesgos financieros y contractuales. Ruiz Jiménez (2019) y Sánchez-Bedoya et al. (2023).
- Riesgos logísticos y de infraestructura (Cantarelli et al. 2012)
- Riesgos de seguridad y orden público.

## **Elaboración de la lista inicial de riesgos**

A partir de la identificación y clasificación preliminar de riesgos internos y externos en el contexto del estado del arte y el análisis del entorno de la Zona Franca CELPA, se ha preparado una lista inicial exhaustiva de riesgos. Esta lista incluye las categorías específicas de riesgos, acompañadas de descripciones que reflejan los hallazgos de la literatura revisada y el análisis situacional.

La elaboración de la lista inicial de riesgos es un paso esencial para la gestión integral de riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA de Buenaventura. Basándonos en los riesgos identificados en la etapa previa y sustentados en investigaciones académicas, metodologías reconocidas y experiencias del sector, se presenta una lista organizada en riesgos internos y externos.

### ***Riesgos Internos***

#### **Riesgos técnicos y de diseño.**

Los riesgos técnicos y de diseño se derivan de errores o inconsistencias en las especificaciones iniciales, afectando la estabilidad estructural, funcionalidad y cumplimiento de normativas.

La literatura especializada sostiene que los errores de diseño y construcción influyen negativamente en la confiabilidad de edificaciones industriales, incrementando la probabilidad de fallas estructurales durante la fase de operación (Lipin, Bashirzade, Hajiyev, & Garibov, 2025). Asimismo, estudios como el de Peansupap y Ly (2015) destacan que las deficiencias en los planos y cálculos estructurales suelen tener un impacto elevado sobre los costos, cronogramas y desempeño técnico de los proyectos, especialmente en entornos con debilidades institucionales o controles de calidad insuficientes.

- Errores en planos y especificaciones que generen reprocesos: Según Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez y Villa-Marulanda (2023), los errores en especificaciones técnicas son una causa central de costos adicionales y retrasos.
- Diseño inadecuado de cimentaciones por falta de estudios geotécnicos: Ruiz Jiménez (2019) enfatiza que la inestabilidad de suelos en Buenaventura demanda estudios geotécnicos precisos.
- Fallas en la integración de sistemas estructurales y de instalaciones: Rudeli et al. (2018) destacan problemas frecuentes en la coordinación entre sistemas eléctricos, hidráulicos y mecánicos.
- Deficiencias en el diseño de estructuras metálicas: León y Restrepo (2022) resaltan la importancia de diseños robustos para soportar demandas logísticas modernas.
- Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos: Según Vargas González (2024), la integración inadecuada de materiales como concreto, acero y cerramientos puede generar ineficiencia y sobrecostos.
- Descoordinación entre especialidades (arquitectónica, estructural, eléctrica, sanitaria): Núñez López (2021) subraya la relevancia de una colaboración eficiente entre disciplinas para evitar conflictos en la ejecución.
- Falta de asistencia a los comités de obra o ausencia en su realización. La ausencia de estos espacios de coordinación puede impedir la identificación temprana de riesgos y el seguimiento de decisiones críticas, comprometiendo el control del proyecto (New York State Department of Transportation [NYSDOT], 2014).

- Los fallos en mampostería, caracterizados por mala adherencia y la aparición de fisuras en muros portantes o de cerramiento, representan un riesgo estructural considerable, ya que se generan por tensiones originadas en asentamientos diferenciales, retracción térmica o deficiencias en la ejecución, lo que puede comprometer la integridad de la edificación” (Grimm, 1987; Khotiaintsev & Timofeyev, 2022).
- Deficiencias en cubierta y canales: filtraciones en cubiertas y canales. Una planificación inadecuada y falta de seguimiento en la instalación de cubiertas y sistemas de evacuación de aguas pueden derivar en filtraciones (Chin Hon Sin, Sim Nee, & Yee Yong, 2024).
- Deficiencias en acabados: mala nivelación de pisos industriales, mala aplicación de pinturas, errores en juntas de dilatación. Estas deficiencias tienen impacto en la funcionalidad y estética del proyecto (Chin Hon Sin et al., 2024).
- Los errores durante el curado y fraguado del concreto, especialmente cuando se presentan variaciones de temperatura o un manejo deficiente de la humedad, pueden dar lugar a la aparición de fisuras prematuras y reducir significativamente la resistencia del material” (Zhang et al., 2023; Issa, 1999).
- Problemas de control de calidad: falta de pruebas materiales (compactación de suelos, resistencia del concreto, ensayos de soldadura, espesores de pintura). La ausencia de controles de calidad pone en riesgo el cumplimiento técnico del proyecto (Chin Hon Sin et al., 2024).
- Diseño deficiente en protección contra incendios. Las fallas en el diseño y la implementación de sistemas ignífugos aumentan el riesgo operativo de las instalaciones (NIST, 2004).

## **Riesgos de gestión y planificación**

La planificación y coordinación ineficaz son factores clave que impactan el progreso y viabilidad del proyecto.

- Mala planificación de actividades que cause retrasos: Lozano Serna et al. (2018) identifican la deficiente planificación como una de las principales causas de variaciones en tiempos y costos.
- Falta de coordinación entre contratistas y proveedores: Núñez López (2021) señala que estos problemas provocan interrupciones y costos adicionales.
- Falta de un plan de contingencia: ausencia de estrategias para mitigar impactos de retrasos, fallas técnicas o problemas externos.
- Resistencia al cambio: en la adopción de metodologías BIM y LEAN Construction.
- Deficiencias en la gestión documental: Vargas González (2024) destaca que errores en la tramitación de permisos y contratos pueden retrasar significativamente el cronograma.
- Desconocimiento o incumplimiento en la certificación Retie.
- Desconocimiento o incumplimiento de normativas locales: Ruiz Jiménez (2019) menciona que el desconocimiento de regulaciones genera sanciones y ajustes tardíos.
- Desconocimiento o incumplimiento de normativas de la Zona Franca Celpa (manual de construcción).
- Cambio de alcance del proyecto sin una gestión adecuada: Según Salazar Alzate (2022), la falta de control en cambios al alcance resulta en sobrecostos y conflictos.

### ***Riesgos de recursos humanos***

La falta de personal calificado y problemas en la gestión de los trabajadores afectan la productividad y la calidad.

- Falta de mano de obra calificada: Lozano Serna et al. (2018) señalan que este es un problema crítico en regiones como Buenaventura.
- Altos índices de rotación de personal: Rudeli et al. (2018) mencionan que la rotación interfiere con la continuidad de las actividades.
- Deficiencias en la capacitación en procedimientos técnicos.
- Deficiencias en la supervisión: reduce la eficiencia de las actividades programadas.
- Incumplimiento en los horarios: afectando la planificación de las actividades.
- Incumplimiento de contratos laborales: demandas o sanciones legales.
- Incumplimiento en los pagos o el no pago de prestaciones.
- Falta de comunicación efectiva entre la dirección y operarios.
- Baja productividad por desmotivación del personal: Según León y Restrepo (2022), las malas condiciones laborales disminuyen el rendimiento general.

### **Riesgos de materiales y equipos**

El mal manejo y logística deficiente de los insumos y equipos representan riesgos significativos.

- Deficiencia en la calidad de los materiales: León y Restrepo (2022) enfatizan que la mala calidad reduce la durabilidad estructural.

- Fallas en la logística de abastecimiento: Vargas González (2024) menciona que los retrasos en la entrega de materiales son frecuentes en zonas francas.
- Errores en la planificación de compras.
- Manejo inadecuado de materiales: Salazar Alzate (2022) advierte que provoca desperdicio y sobrecostos.
- Fallas en maquinaria por falta de mantenimiento: Según Núñez López (2021), la ineficiencia en el mantenimiento de equipos afecta el progreso del proyecto.
- Escasez de maquinaria especializada.
- Falta de operadores capacitados en maquinaria pesada.
- Materiales defectuosos o fuera de las especificaciones: afectando la calidad de la construcción.
- Falta de certificación o pruebas de calidad de los productos.
- Falta de proveedores especializados en la ciudad.
- Pérdida o robo de materiales y herramientas: Lozano Serna et al. (2018) identifican este riesgo en numerosas construcciones.

### **Riesgos financieros y contractuales**

Los problemas financieros y contractuales comprometen la sustentabilidad económica del proyecto, debido a que pueden generar sobrecostos, paralizaciones, litigios y desviaciones presupuestales que impactan directamente el flujo de caja y la ejecución oportuna del proyecto (Sánchez-Bedoya, Núñez-Rodríguez & Villa-Marulanda, 2023).

- Sobrecostos en materiales por mala gestión de compras: Sánchez-Bedoya et al. (2023) destacan la importancia de una correcta gestión financiera.
- Aumento inesperado de precios en materiales y equipos: Las variaciones del mercado afectan negativamente la rentabilidad del proyecto (Olawale & Sun, 2010).
- Sobrecostos por ineficiencia en la construcción: Los retrasos y reprocesos por fallas operativas elevan los costos de ejecución (Cantarelli et al., 2012).
- Pagos no planificados o adiciones a contratistas: La falta de control financiero genera incrementos contractuales imprevistos (IDU, 2016).
- Retrasos en el desembolso por parte del contratante: La demora en pagos interrumpe el avance del proyecto y genera incertidumbre financiera (UNGRD, 2014).
- Manejo inadecuado del flujo de caja: Una administración deficiente del flujo financiero incrementa el riesgo de parálisis operativa (NYSDOT, 2014).
- Cláusulas contractuales ambiguas o mal definidas: La redacción imprecisa de contratos puede desencadenar litigios o sobrecostos (Redalyc, 2020).
- Quiebra de proveedores o contratistas claves: El incumplimiento contractual por insolvencia afecta directamente el cronograma (Redalyc, 2020).
- Incumplimiento de pagos a contratistas y proveedores: Ruiz Jiménez (2019) identifica este problema como un factor que detiene las operaciones.
- Dependencia de financiamiento externo: La exposición a fuentes de financiación ajenas incrementa el riesgo de endeudamiento (NYSDOT, 2014).
- Demandas por daños a terceros: La ausencia de cobertura legal adecuada puede generar pérdidas adicionales (Redalyc, 2020).

- Multas por incumplimiento a normativas: La inobservancia de obligaciones legales impacta financieramente el proyecto (NYSDOT, 2014).
- Incremento en costos por transporte: La mala planificación logística eleva los costos de distribución (Olawale & Sun, 2010).
- Falta de control financiero: Los errores en estimaciones y control de pagos deterioran la salud financiera del proyecto (Cantarelli et al., 2012).
- Errores en la estimación del presupuesto: Vargas González (2024) subraya que esta falta de precisión genera insuficiencia de recursos.

### **Riesgos de seguridad y medio ambiente**

Aspectos críticos relacionados con la seguridad en obra y las prácticas constructivas sostenibles.

- Ausencia de protocolos de seguridad.
- Caídas desde alturas: (cubierta, estructura, andamios).
- Electrocuciiones: por instalaciones defectuosas.
- Exposición a sustancias tóxicas. (pinturas, disolventes, soldaduras).
- Lesiones por manipulación de equipos y herramientas sin los elementos de protección.
- Deficiente señalización en áreas de riesgo.
- Jornadas laborales excesivas.
- Estrés laboral: sobre carga de trabajo por presión o plazos de entrega muy ajustados.
- Ruido excesivo.
- Uso ineficiente del agua y energía: afectando la sostenibilidad del proyecto.

- Falta de capacitación al personal: en riesgos laborales y elementos de protección personal (EPP).
- Deficiencias en el plan de emergencias y evacuación: afectando la respuesta ante cualquier accidente grave.
- Accidentes laborales por incumplimiento de normas: Salazar Alzate (2022) destaca la necesidad de protocolos de seguridad rigurosos.
- Manejo inadecuado de residuos: León y Restrepo (2022) advierten sobre sanciones ambientales por malas prácticas.
- Exposición a condiciones climáticas adversas: Vargas González (2024) menciona problemas de salud para los trabajadores en entornos hostiles.
- Contaminación del suelo y cuerpos de agua: Lozano Serna et al. (2018) subrayan la importancia de implementar prácticas sostenibles.

### ***Riesgos Externos***

#### **Riesgos geográficos y ambientales**

Condiciones propias de la zona de Buenaventura que afectan la construcción.

- Sismicidad elevada: Ruiz Jiménez (2019) alerta sobre la alta sismicidad local.
- Ubicación en zona de difícil acceso: afectaciones por logística de personal y materiales.
- Altos niveles de humedad y corrosión: León y Restrepo (2022) destacan este factor como un riesgo inherente a la región.
- Deslizamientos de tierra por suelo inestable (cimentaciones profundas).

- Alta presencia de lluvia: afectando el cronograma de obra.
- Generación de escombros y residuos de construcción.
- Condiciones del suelo y riesgo de licuación.
- Altos niveles de humedad y corrosión.

### **Riesgos económicos y financieros**

Incluyen factores macroeconómicos y de mercado que afectan la ejecución del proyecto.

- Variabilidad en costos de materiales: Según Lozano Serna et al. (2018), las oscilaciones de precios impactan directamente el presupuesto.
- Aumento de impuestos o aranceles a materiales y equipos.
- Crisis logística y escasez de insumos: Vargas González (2024) menciona que problemas logísticos son frecuentes en zonas francas.
- Competencia desleal: afectando el costo de los insumos.
- Fluctuaciones del precio del petróleo: afectando costos de transporte.
- Riesgo de crisis bancaria: limitando acceso a crédito y encareciendo el endeudamiento.
- Inflación y devaluación de la moneda.
- Crisis en el sector logístico y escasez de insumos en sitio.
- Riesgo de quiebra de contratistas o proveedores.

### **Riesgos políticos y regulatorios**

Cambios en regulaciones y normatividad pueden interrumpir el proyecto.

- Cambios en normativas de construcción y seguridad.

- Demoras en los trámites ante la empresa prestadora del servicio de energía.
- Prácticas de corrupción para la obtención de permisos y licencias.
- Exigencia de pagos informales para agilizar trámites legales y/o administrativos.
- Nuevas normas ambientales: medidas adicionales de mitigación.
- Reformas fiscales: afectando costos de operación.
- Revocación de permisos aprobados: sobrecostos legales.
- Intervención de organismos de control: exigiendo cumplimiento y reprocesos administrativos.
- Demoras en la obtención de licencias y permisos.
- Intervención de organismos gubernamentales o fiscalización excesiva.
- Demoras en la aprobación de ingresos por parte de la Zona Franca.
- Restricciones ambientales: León y Restrepo (2022) mencionan que las normas ambientales imponen costos adicionales.

### **Riesgos sociales y laborales**

Conflictos externos que impactan la continuidad del proyecto.

- Protestas o bloqueos: Núñez López (2021) subraya que estos eventos detienen las operaciones temporalmente.
- Reclamos por afectación a vecinos.
- Movimientos sindicales que afecten el desarrollo de la obra.
- Enfermedades ocupacionales por exposición frecuente a polvo e inclemencias climáticas.

- Falta de mano de obra calificada en la región.
- Altos índices de informalidad laboral.
- Inseguridad y riesgo de robos.

#### **Riesgos logísticos y de infraestructura.**

- Congestión portuaria y retrasos en importación de insumos: retrasando entrega de materiales.
- Congestión vehicular en vías de acceso: retrasando entrega de materiales.
- Robos a cableados redes de telecomunicaciones: afectando las comunicaciones de la obra.
- Deficiencias en la seguridad perimetral de la Zona Franca.
- Escasez de insumos esenciales como el cemento, acero o combustibles.
- Deficiencias en la red vial de acceso.
- Cortes en el suministro de energía o agua.
- Dificultades en la disposición final de residuos.

#### **Riesgos de seguridad y de orden público.**

- Presencia de grupos armados y economías ilícitas. Congestión vehicular en vías de acceso: retrasando entrega de materiales.
- Extorsión y cobro de "vacunas" por grupos o personas al margen de la ley.
- Secuestro o amenaza a directivos del proyecto.
- Deficiencia en la presencia de autoridades policiales y militares en la zona.
- Deficiencia en la iluminación del parque logístico.

- Débil capacidad de reacción por parte de las autoridades policiales, militares o cuerpos de bomberos ante cualquier siniestro.
- Paros y disturbios que afecten el sector de la construcción.
- Riesgo de corrupción o sobornos.

La lista inicial de riesgos, tanto internos como externos, será la base para los análisis cualitativos y cuantitativos que permitirán priorizar y diseñar estrategias de mitigación específicas posteriormente.

### **Selección de expertos y diseño del método Delphi**

La presente sección describe el proceso de selección de expertos y el diseño metodológico del **método Delphi**, que se empleó para identificar y evaluar los riesgos asociados con la construcción de bodegas en la **Zona Franca CELPA de Buenaventura**. Este método, caracterizado por ser interactivo y estructurado, permitió obtener un consenso entre profesionales con experiencia relevante en el sector, basándose en conocimientos especializados y en la revisión del estado del arte.

#### ***Selección de expertos***

Para garantizar la validez y calidad de los resultados, se seleccionaron cinco expertos con perfiles interdisciplinarios, experiencia significativa y conocimiento del contexto local. Los criterios de selección se basaron en su trayectoria profesional, nivel académico, y su vinculación con el ámbito de la construcción, la logística y el diseño de infraestructura en Buenaventura. (véase tabla anexa)

### *Diseño del método Delphi*

El **método Delphi** se diseñó para ser implementado en dos rondas iterativas que permitan alcanzar un consenso entre los expertos seleccionados. Esta metodología combina la experiencia de los participantes con la estructuración del análisis de riesgos, asegurando que todos los factores relevantes sean considerados. (véase tabla anexa)

Definición de objetivos del método Delphi:

- Identificar y clasificar los principales riesgos internos y externos asociados con la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA.
- Evaluar la gravedad e impacto de los riesgos identificados en términos de probabilidad y consecuencias.
- Priorizar los riesgos más críticos para proponer estrategias efectivas de gestión y mitigación.

Etapas del método Delphi:

Primera ronda: Identificación inicial y evaluación de riesgos

- **Instrumento:** Se diseñó un cuestionario basado en la lista inicial de riesgos (internos y externos) previamente elaborada. A continuación, se presenta el borrador inicial del documento de recolección de información del método Delphi:

### **Cuestionario para la Evaluación de Riesgos en Proyectos de Construcción de Bodegas – Método Delphi**

**Propósito del cuestionario:** Este cuestionario se diseñó para recopilar las percepciones y juicios de expertos sobre los riesgos internos y externos asociados con la construcción de bodegas

en la Zona Franca CELPA de Buenaventura. El objetivo fue priorizar estos riesgos de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia e impacto, lo que permitió desarrollar estrategias efectivas de mitigación.

#### **Instrucciones para los expertos:**

- Lea detenidamente cada uno de los riesgos listados y utilice la escala de evaluación proporcionada para calificar **la probabilidad** de ocurrencia y el **impacto** de cada riesgo en el proyecto.
- Proporcione comentarios adicionales si considera que hay riesgos no listados o si desea justificar sus puntuaciones.
- La escala para evaluar los riesgos es la siguiente:
  - **Probabilidad:**  
1 = Muy baja, 2 = Baja, 3 = Moderada, 4 = Alta, 5 = Muy alta
  - **Impacto:**  
1 = Insignificante, 2 = Menor, 3 = Moderado, 4 = Crítico, 5 = Catastrófico

#### **Sección 3: Riesgos Internos**

#### **Sección 5: Comentarios Finales**

1. ¿Considera que hay algún riesgo adicional no mencionado?
2. ¿Considera que la lista de riesgos cubre los principales desafíos en la construcción de bodegas en CELPA?
3. ¿Qué estrategias de mitigación sugeriría para los riesgos más críticos?

- **Procedimiento:** Los expertos recibirán este cuestionario de forma virtual o presencial, en el cual evaluarán los riesgos según su relevancia, probabilidad de ocurrencia e impacto en el proyecto.
- **Resultados esperados:** Identificar una lista de riesgos priorizados con base en las respuestas de los expertos.

### **Análisis de resultados intermedios**

- **Revisión cruzada:** Las respuestas serán analizadas y se calcularán el nivel de riesgo promedio de los cuatro instrumentos aplicados a expertos para identificar riesgos de mayor consenso entre los expertos.

### **Criterios de evaluación**

Cada riesgo será evaluado según:

- **Probabilidad de ocurrencia:** Baja (1), moderada (3) y alta (5).
- **Impacto en el proyecto:** Insignificante (1), menor (2), moderado (3), crítico (4) y catastrófico (5).
- **Priorización:** Los riesgos con una puntuación combinada (impacto x probabilidad) más alta serán considerados como críticos.

## **FASE 2 PRIORIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS**

La priorización y cuantificación de los riesgos constituyó una etapa fundamental en la gestión del proyecto, ya que permitió identificar aquellos riesgos con mayor impacto y medir su probabilidad e intensidad. El detalló la metodología empleada para evaluar los riesgos en la

construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas que contribuyeron a una toma de decisiones más informada.

Esta fase tuvo como objetivo central priorizar los riesgos más críticos y cuantificar su impacto potencial en los indicadores clave del proyecto, como el cronograma, los costos y la calidad. Se desarrolló a través de cuatro subcapítulos, desde la construcción de la matriz de riesgos hasta la simulación mediante el método de Monte Carlo.

Inicialmente, se presentó el proceso para construir la matriz de riesgos, clasificando los riesgos internos y externos según su probabilidad e impacto (bajo, moderado, alto o crítico). Este análisis cualitativo estableció las bases para identificar los riesgos prioritarios que debían gestionarse con especial atención.

Posteriormente, se aplicó el Analytic Hierarchy Process (AHP) para jerarquizar los riesgos mediante una estructura multicriterio. Se compararon los riesgos internos y externos, junto con sus subcategorías, para determinar su relevancia en función de criterios como impacto técnico, financiero o logístico.

Con base en esta jerarquización, el análisis comparó riesgos específicos dentro de cada subcriterio. Utilizando la escala de Saaty, se evaluaron alternativas relacionadas con riesgos técnicos (por ejemplo, incompatibilidad en sistemas constructivos), logísticos (por ejemplo, congestión vehicular) y de seguridad (por ejemplo, presencia de grupos armados).

Finalmente, se aplicó el análisis de Monte Carlo para modelar escenarios probabilísticos y analizar el impacto acumulativo de los riesgos priorizados sobre el cronograma y presupuesto. Este subcapítulo incluyó la identificación de variables críticas, asignación de distribuciones de probabilidad, definición del modelo matemático e interpretación de los resultados obtenidos. La

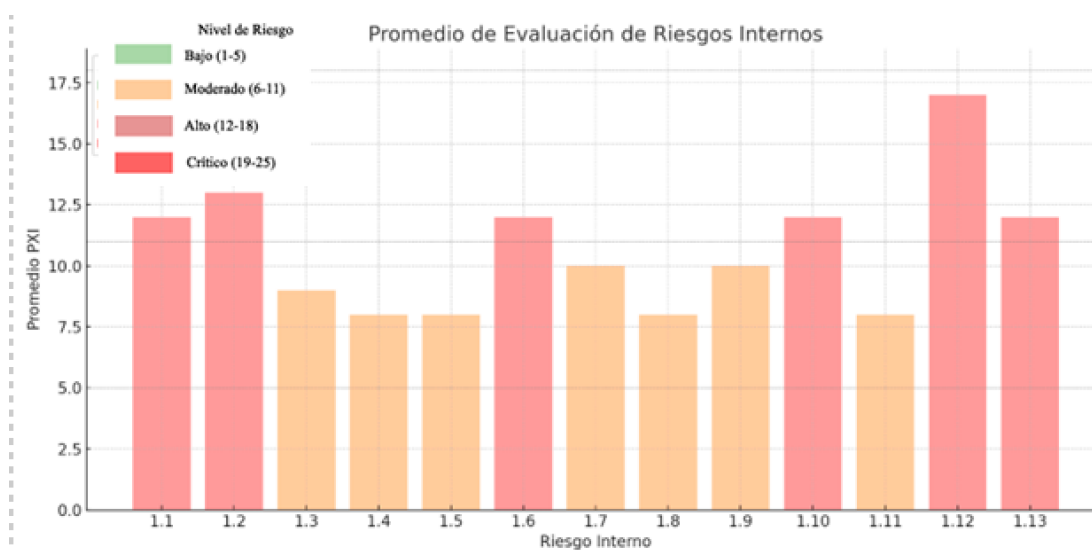
priorización y cuantificación de riesgos generó insumos esenciales para las fases posteriores del proyecto, facilitando un diseño más efectivo de estrategias de mitigación.

### Construcción de la matriz de riesgos (Evaluación cualitativa). Riesgos internos

Esta sección presenta la construcción de la matriz de riesgos cualitativa para los riesgos internos identificados en el proyecto. A través del juicio de expertos, se evaluaron los niveles de probabilidad e impacto de cada riesgo, permitiendo clasificarlos en categorías de criticidad (bajo, moderado, alto o crítico). Esta matriz sirvió como base para priorizar los riesgos que requerían tratamiento inmediato o seguimiento específico en fases posteriores del modelo de gestión.

#### Figura 2

*Riesgo Interno. Riesgos Técnicos y de diseño*

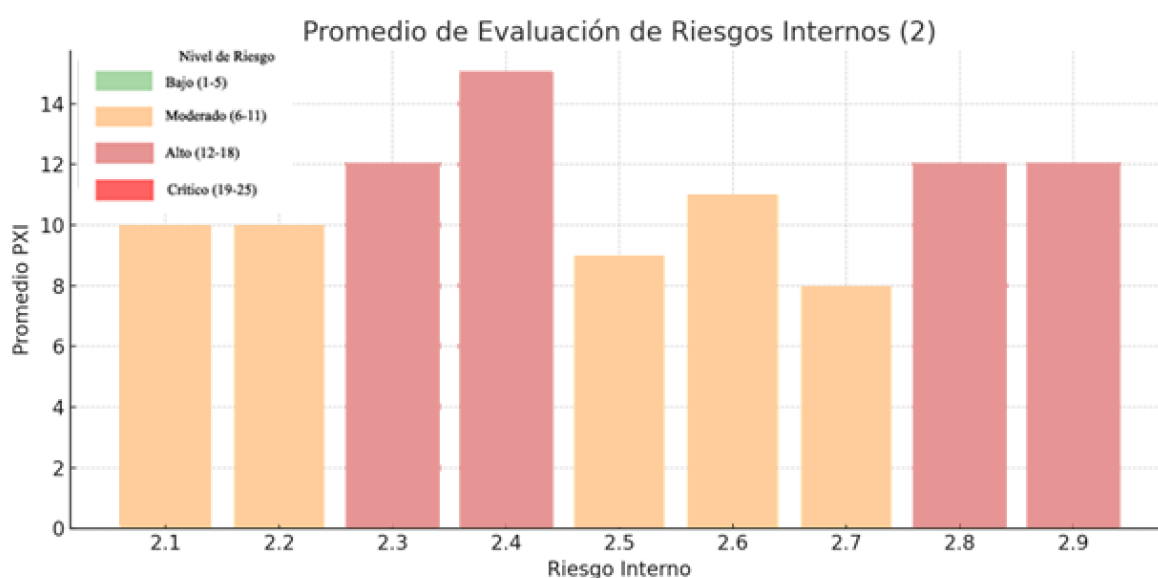


Diagnóstico (ver figura 2): El análisis de los riesgos internos técnicos y de diseño evidencia que los eventos 1.1, 1.2, 1.6, 1.10, 1.12 y 1.13 concentran los niveles más relevantes de exposición dentro de esta categoría. Presentan valores promedio superiores a 12, clasificándose como riesgos de nivel 'Alto', lo cual implica la necesidad de implementar acciones prioritarias. El riesgo 1.12, con un valor promedio de 17, (*Problemas de control de calidad: falta de pruebas materiales*

(compactación suelos, resistencia concretos, ensayos soldadura, espesores pintura)), es el más crítico dentro del conjunto evaluado. En contraste, los demás riesgos se encuentran principalmente en el rango 'Moderado', lo que sugiere que deben implementarse medidas de control para mitigar sus efectos, aunque no requieren acciones urgentes.

### Figura 3

*Riesgo Interno. Riesgos de Gestión y Planificación*



Diagnóstico (ver figura 3): El análisis de los riesgos internos de Gestión y Planificación, se evidencia una concentración significativa en los niveles moderado y alto de riesgo, lo que indica una exposición importante del proyecto a amenazas que requieren atención prioritaria. De los nueve riesgos evaluados:

Cinco riesgos presentan una calificación moderada (PXI entre 6 y 11), lo cual sugiere la necesidad de implementar medidas de control específicas para evitar su escalamiento y reducir su impacto en el desarrollo del proyecto.

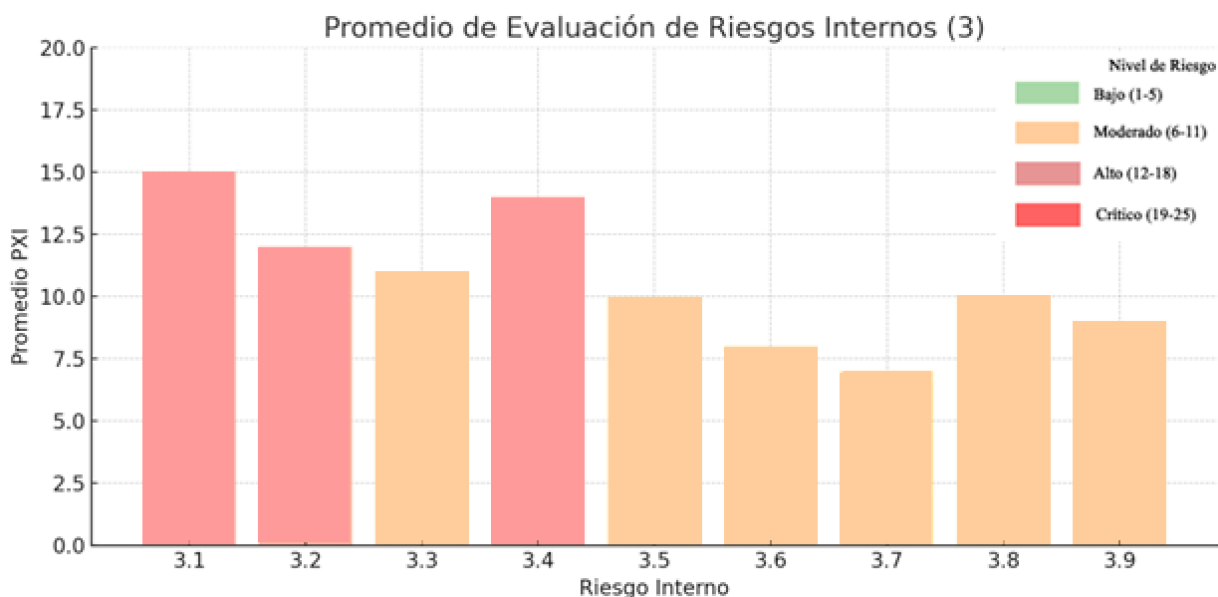
Cuatro riesgos se encuentran en el rango alto (PXI entre 12 y 18), lo que requiere la formulación e implementación de acciones prioritarias orientadas a mitigar su efecto en los costos, la programación y la calidad de la obra.

Entre los riesgos más destacados por su criticidad se encuentran:

- Riesgo 2.4: con un promedio de 15 puntos PXI, destaca como uno de los más altos, (Resistencia al cambio: en la adopción de metodologías BIM y LEAN construction)
- Riesgo 2.3, 2.8 y 2.9: todos con un valor de 12 PXI, también requieren seguimiento y estrategias de mitigación claras.

#### Figura 4

*Riesgo Interno. Riesgos de Recursos Humanos*

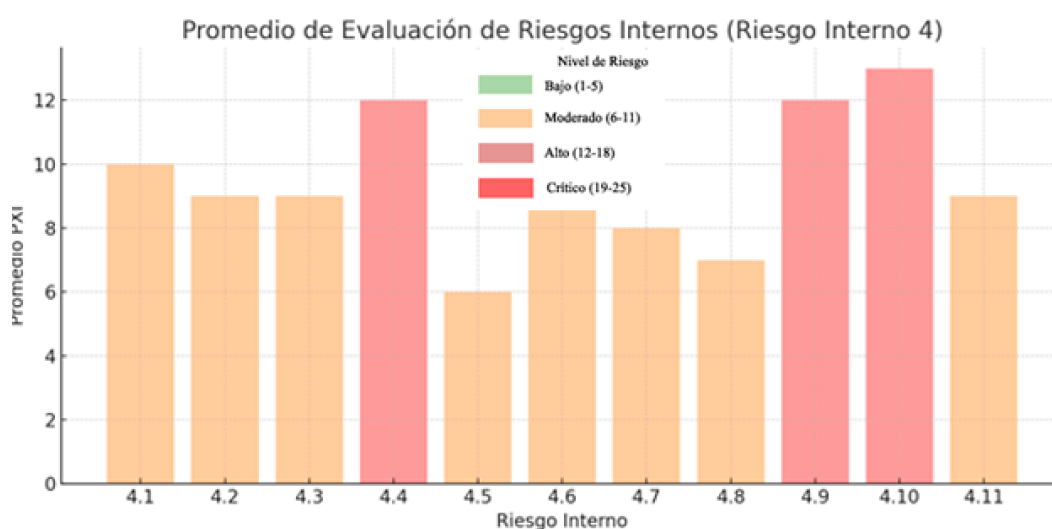


Diagnóstico (ver figura 4): El análisis de los riesgos internos correspondientes a la categoría de recursos humanos evidencia una concentración predominante de eventos con nivel de riesgo moderado, con promedios PXI entre 7 y 11, lo cual indica la necesidad de implementar medidas de control específicas. Sin embargo, se identifican riesgos con promedios de 12, 14 y 15 (riesgos

3.1, 3.2 y 3.4) que corresponden a un nivel de riesgo alto, lo que sugiere la priorización de acciones para su mitigación. Estos hallazgos destacan la importancia de mantener una gestión activa y focalizada para reducir el impacto potencial sobre el desarrollo del proyecto de construcción en la Zona Franca CELPA.

## Figura 5

*Riesgo Interno. Riesgos de Materiales y Equipos*



Diagnóstico (ver figura 5): El análisis de los riesgos asociados a materiales y equipos, se evidencia que la mayoría de los eventos evaluados se clasifican dentro del nivel de riesgo moderado, con valores de PFI entre 6 y 11. Sin embargo, se destacan tres riesgos (4.4, 4.9 y 4.10) con nivel alto (promedios de 12 o más), lo cual indica la necesidad de implementar acciones prioritarias para su mitigación. No se identificaron riesgos críticos en esta categoría.

**Figura 6**

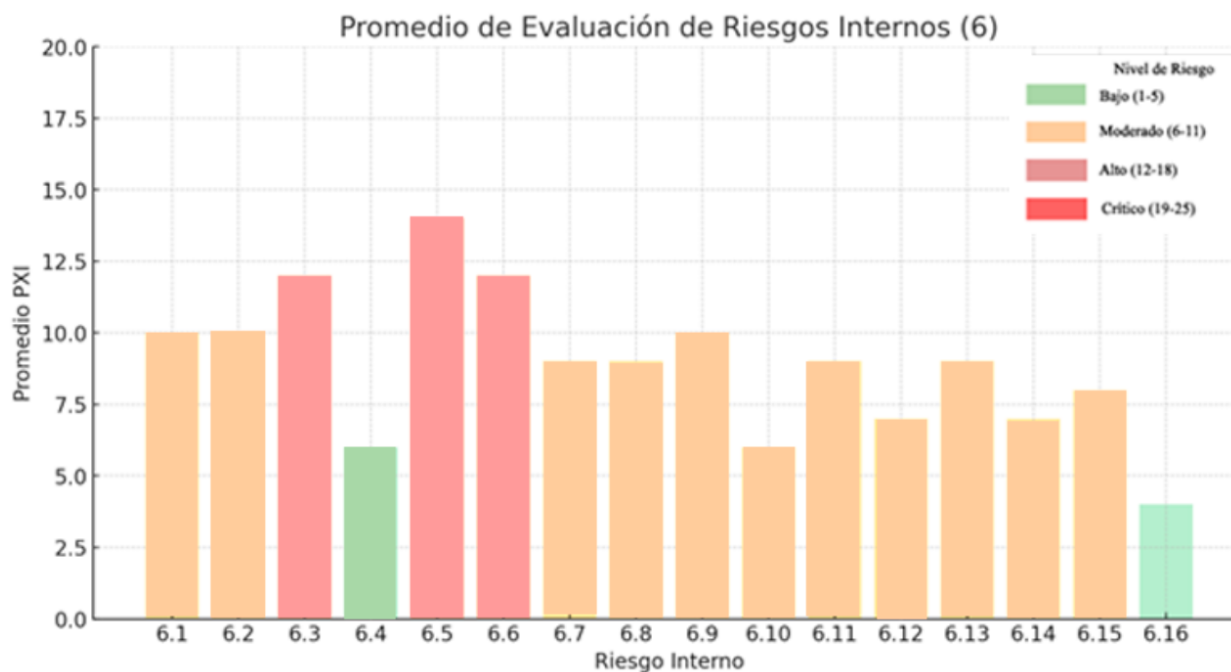
*Riesgo Interno. Riesgos Financieros y Contractuales*



Diagnóstico (ver figura 6): El análisis de los riesgos internos financieros y contractuales, revela que la mayoría de los factores evaluados se ubican en un nivel de riesgo moderado (6-11), lo cual indica la necesidad de implementar medidas de control sin requerir acciones urgentes. No obstante, se identificaron tres riesgos con nivel alto (5.2, 5.5 y 5.16), que requieren acción prioritaria para evitar impactos significativos en el proyecto. Solo un riesgo (5.12) fue clasificado como bajo, indicando un nivel aceptable de exposición.

**Figura 7**

*Riesgo Interno. Riesgos de Seguridad y Medio Ambiente*



Diagnóstico (ver figura 7): En la categoría de riesgos internos de seguridad y medio ambiente, revela que la mayoría de los eventos evaluados presentan un nivel de riesgo moderado (62.5%), lo cual implica que requieren implementación de medidas de control. Un 18.75% de los riesgos fueron clasificados como altos, lo cual demanda acciones prioritarias. Finalmente, un 12.5% se clasifican como de bajo riesgo, por lo que sugiere realizar monitoreo continuo. La ausencia de riesgos críticos en esta categoría indica una situación controlada, pero que aún demanda seguimiento estratégico y preventivo para evitar su escalamiento.

### ***Análisis de Riesgos Internos BAJOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA***

Los riesgos internos clasificados como bajos en la matriz de evaluación representaron factores con menor probabilidad de ocurrencia y bajo impacto potencial, pero que, si no se

gestionaban adecuadamente, podían convertirse en amenazas secundarias que afectaran el desempeño general del proyecto de construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. A continuación, se describen los principales hallazgos:

## **1. Riesgos de Gestión y Documentación**

**Desconocimiento o incumplimiento de normativas locales (5.6):** Aunque evaluado con bajo nivel de riesgo, este aspecto requirió atención para evitar posibles sanciones o demoras innecesarias por ajustes legales.

**Multas por incumplimiento normativo (5.12):** Este riesgo reflejó la necesidad de garantizar un monitoreo continuo del cumplimiento normativo durante toda la etapa constructiva.

## **2. Riesgos Relacionados con Recursos Humanos**

**Incumplimiento en los horarios (3.5):** Este riesgo podía afectar actividades planificadas, aunque sus impactos fueron limitados debido al orden generalizado de la gestión laboral.

**Incumplimiento en contratos laborales y pagos de prestaciones (3.6 y 3.7):** Estos riesgos, aunque bajos, reflejaron la importancia de mantener una relación laboral transparente para evitar demandas legales o conflictos con el personal.

**Baja productividad por desmotivación laboral (3.9):** Aunque con menor impacto directo, este factor podía influir en la eficiencia si no se abordaban adecuadamente las condiciones laborales.

### 3. Riesgos de Materiales y Equipos

**Deficiencia en la calidad de materiales (4.1):** Identificado como un riesgo menor, pero crítico en términos de calidad estructural, exigió mecanismos de control para asegurar que los materiales cumplieran con las especificaciones.

**Fallas en maquinaria por mantenimiento deficiente (4.5):** Aunque clasificado como bajo, este aspecto podía generar interrupciones menores si no se implementaban planes de mantenimiento preventivo.

**Falta de operadores capacitados en maquinaria pesada (4.7):** Este riesgo podía impactar el ritmo de ejecución si no se implementaban programas de capacitación.

**Materiales defectuosos o fuera de especificaciones (4.8):** Este factor subrayó la necesidad de pruebas de calidad antes del uso, aunque con un bajo nivel de incidencia.

### 4. Riesgos Financieros y Contractuales

**Manejo inadecuado del flujo de caja (5.6):** Aunque el impacto potencial fue bajo, una gestión deficiente del flujo de caja podía generar interrupciones temporales.

**Quiebra de proveedores o contratistas claves (5.8):** A pesar de la baja clasificación, este riesgo podía impactar la continuidad del suministro si no se diversificaban los proveedores.

**Errores en la estimación presupuestaria (5.16):** Este riesgo podía generar insuficiencia de recursos, aunque en menor proporción dado su nivel de impacto bajo.

### 5. Riesgos de Seguridad y Medioambiente

**Ausencia de protocolos de seguridad (6.1):** Considerado bajo, pero crítico en la gestión proactiva de la seguridad en el lugar de trabajo.

**Exposición a sustancias tóxicas (6.4):** Aunque de bajo impacto, este riesgo exigió el uso obligatorio de elementos de protección personal.

**Estrés laboral y jornadas excesivas (6.8):** Estos riesgos reflejaron problemáticas relacionadas con las condiciones de trabajo que afectaban indirectamente la productividad.

**Uso ineficiente de recursos como agua y energía (6.10):** Una gestión inadecuada en este aspecto podía disminuir la sostenibilidad del proyecto.

**Deficiencias en planes de emergencias (6.12):** Aunque clasificado como bajo, este riesgo destacó la importancia de preparación para eventuales incidentes.

**Manejo inadecuado de residuos de construcción (6.14):** En términos generales, su impacto fue limitado, pero podía generar sanciones ambientales leves.

**Contaminación del suelo y cuerpos de agua (6.16):** Bajo impacto, pero relacionado con la necesidad de implementar buenas prácticas constructivas.

### ***Análisis de Riesgos Internos MODERADOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA***

Los riesgos clasificados como moderados en la matriz de evaluación representaron factores que, aunque no fueron críticos inmediatos, requirieron atención proactiva para evitar que escalaran a niveles de alto impacto. Estos riesgos se distribuyeron en todas las categorías analizadas y reflejaron desafíos recurrentes en proyectos de construcción logística. A continuación, se destacaron los patrones clave:

### **1. Riesgos Técnicos y de Diseño:**

**Errores en planos y especificaciones:** Errores en documentos técnicos que generaron reprocesos (PXI: 9.8).

**Deficiencias en integración de sistemas:** Fallas en la coordinación entre sistemas estructurales, eléctricos y mecánicos (PXI: 7.8).

**Problemas de calidad:** Mala aplicación de acabados, filtraciones en cubiertas y fisuras por curado inadecuado del concreto (PXI: 7.2-9.6).

### **2. Riesgos de Gestión y Planificación**

**Falta de coordinación entre actores:** Desalineación entre contratistas y proveedores, generando interrupciones (PXI: 10.6).

**Cambios no gestionados en el alcance:** Alteraciones sin control, aumentando costos (PXI: 9.4).

**Deficiencias documentales:** Incumplimiento de normativas locales o de la Zona Franca CELPA (PXI: 7-8.8).

### **3. Riesgos de Recursos Humanos**

**Capacitación insuficiente:** Falta de formación en procedimientos técnicos y seguridad (PXI: 6.4-9).

**Comunicación deficiente:** Brechas entre dirección y operarios, afectando la ejecución (PXI: 6.2).

#### **4. Riesgos de Materiales y Equipos**

**Logística de abastecimiento:** Retrasos en el ingreso de materiales a la Zona Franca (PXI: 7.6).

**Manejo inadecuado:** Desperdicio de materiales y falta de certificación de calidad (PXI: 9.6-9.8).

#### **5. Riesgos Financieros y Contractuales**

**Sobrecostos operativos:** Por ineficiencias en compras o gestión financiera (PXI: 6.6-8.6).

**Cláusulas ambiguas:** Contratos mal definidos que generaron disputas (PXI: 8.4).

#### **6. Riesgos de Seguridad y Medio Ambiente**

**Accidentes prevenibles:** Caídas desde alturas, electrocuciones y lesiones por falta de equipos de protección (PXI: 7.6-9.2).

**Condiciones laborales adversas:** Exposición a climas extremos y ruido excesivo (PXI: 7.4-8.8).

#### **Implicaciones y Recomendaciones**

Los riesgos moderados, aunque no prioritarios, pudieron acumularse y convertirse en amenazas críticas si no se gestionaban adecuadamente. Por ejemplo:

La falta de coordinación interdisciplinar (PXI: 10.2) pudo derivar en retrasos costosos si no se implementaban herramientas colaborativas, como la metodología BIM.

Los errores en planos (PXI: 9.8) se mitigaron con revisiones técnicas cruzadas y el uso de software de diseño especializado.

La exposición a climas adversos (PXI: 8.8) exigió protocolos de salud ocupacional y ajustes en los cronogramas de obra según temporadas lluviosas.

### ***Análisis de Riesgos Internos ALTOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA***

Por otro lado, los riesgos internos clasificados como ALTO en la matriz Delphi reflejan vulnerabilidades críticas que, de no gestionarse adecuadamente, podrían comprometer la viabilidad técnica, financiera y operativa de los proyectos de construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. A continuación, se describen los hallazgos más relevantes:

#### **1. Riesgos Técnicos y de Diseño**

**1.5 Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos (concreto, acero, cerramientos, cubiertas)** Con un PXI promedio de 11.6, este riesgo evidencia problemas en la integración de materiales y sistemas estructurales, lo que podría generar ineficiencias en la ejecución y aumentar costos por reprocesos. Los expertos destacaron que la falta de estandarización en diseños afecta la interoperabilidad entre componentes clave, como estructuras metálicas y sistemas de cerramiento.

**1.12 Problemas de control de calidad:** falta de pruebas materiales Con el PXI más alto (12.6), este riesgo se asocia a la ausencia de ensayos en suelos, concreto y soldaduras, lo que compromete la seguridad estructural. La falta de certificaciones en materiales incrementa la probabilidad de fallas prematuras, especialmente en un entorno costero como Buenaventura, donde la humedad y la salinidad aceleran la corrosión.

## **2. Riesgos de Gestión y Planificación**

### **2.4 Resistencia al cambio:** adopción de metodologías BIM y LEAN Construction

Con un PXI de 15.2, este riesgo representa una barrera cultural y técnica que dificulta la implementación de herramientas digitales y prácticas de optimización, afectando la eficiencia y generando retrasos y sobrecostos.

### **2.6 Desconocimiento o incumplimiento de la certificación Retie**

Con un PXI de 13.2, este riesgo se relaciona con la falta de conocimiento de normativas eléctricas, lo que puede provocar sanciones, reprocesos y paralizaciones debido a instalaciones inseguras.

## **3. Riesgos de Recursos Humanos**

### **3.1 Falta de mano de obra calificada y 3.2 Altos índices de rotación de personal**

**Ambos riesgos** (PXI: 12.2) están vinculados a la escasez de talento especializado en la región y a la inestabilidad laboral. Esto impacta directamente la productividad, la calidad de los acabados y el cumplimiento de cronogramas.

**3.4 Deficiencias en la supervisión:** con un PXI de 13.2, este riesgo subraya la falta de control en campo, lo que deriva en errores técnicos y desviaciones presupuestarias. Los expertos destacaron que una supervisión ineficiente permite el incumplimiento de especificaciones y normas de seguridad.

## **4. Riesgos de Materiales y Equipos**

### **4.10 Falta de proveedores especializados en la ciudad**

Con el PXI máximo (16), este riesgo es el más crítico. La dependencia de proveedores externos encarece los costos y retrasa la entrega de materiales, especialmente en un contexto logístico complejo como Buenaventura.

## **5. Riesgos Financieros y Contractuales**

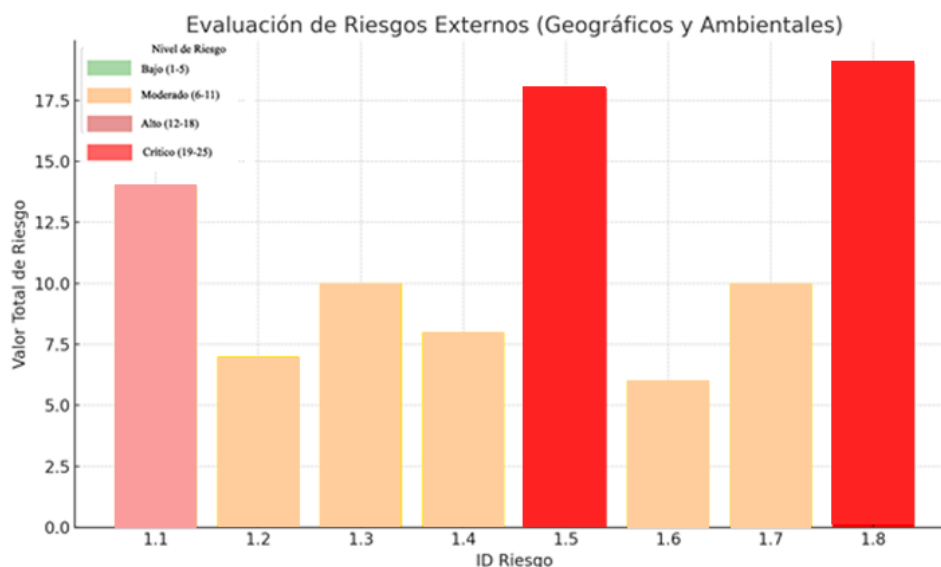
## 5.2 Aumento inesperado de precios de materiales y equipos

Con un PXI de 11.8, este riesgo destaca la vulnerabilidad del proyecto ante fluctuaciones del mercado. La falta de cláusulas contractuales flexibles y planes de contingencia financiera aumenta la exposición a sobrecostos críticos.

### Construcción de la matriz de riesgos (Evaluación cualitativa). Riesgos externos.

#### Figura 8

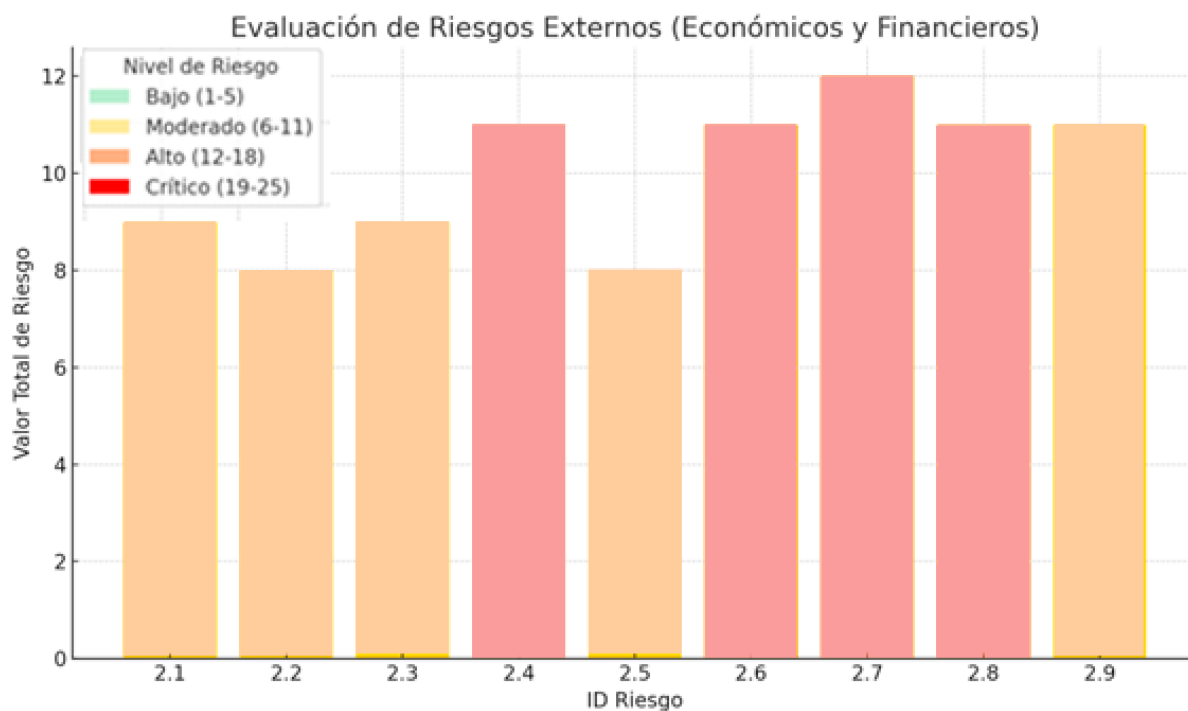
*Riesgo Externo. Riesgos Geográficos y Ambientales*



Diagnóstico (ver figura 8): Se identificaron ocho riesgos externos relacionados con factores geográficos y ambientales. De estos, tres presentan niveles de riesgo preocupantes: dos son clasificados como "CRÍTICO" 1.5 y 1.8. (Alta presencia de lluvia: afectando el cronograma de obra y Altos niveles de humedad y corrosión) y uno como "ALTO" 1.1, (Sismicidad elevada en Buenaventura). Lo que indica una alta probabilidad de impacto significativo en el proyecto. Los cinco riesgos restantes se encuentran en el rango "MODERADO", siendo relevantes pero manejables con estrategias de control adecuadas.

**Figura 9**

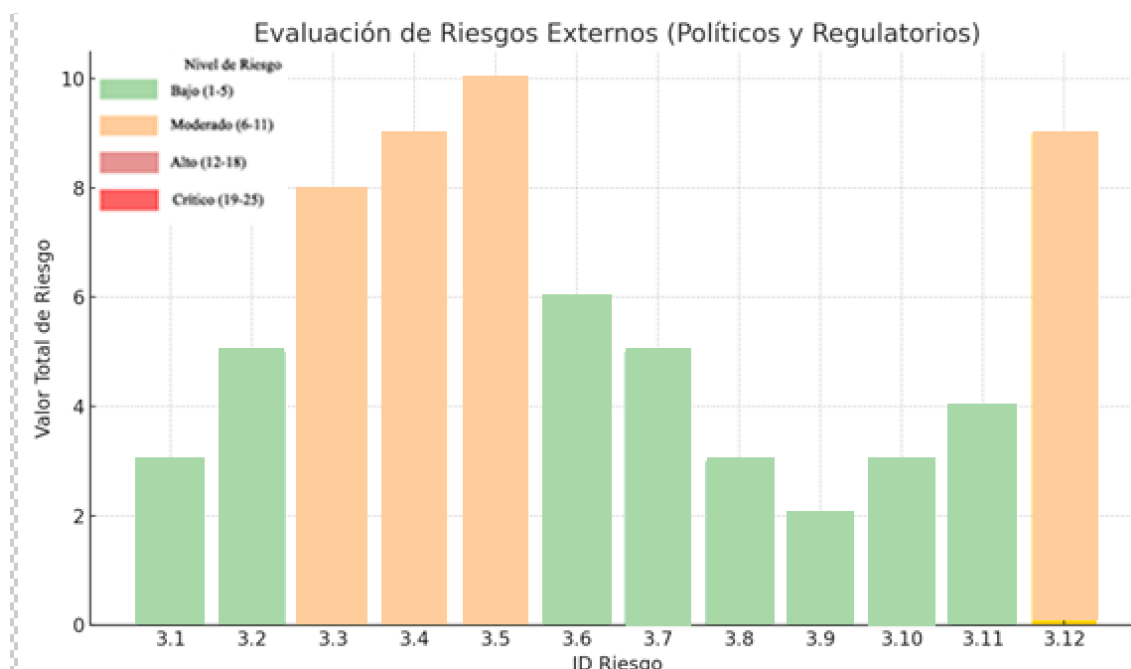
*Riesgo Externo. Riesgos Económicos y Financieros*



Diagnóstico (ver Figura 9): Se evaluaron nueve riesgos externos relacionados con aspectos económicos y financieros. Cuatro de ellos fueron clasificados como "ALTO" (2.4, 2.6, 2.7 y 2.8), indicando una elevada probabilidad de generar impactos relevantes en el proyecto. Los cinco riesgos restantes se ubican en el nivel "MODERADO" (2.1, 2.2, 2.3, 2.5 y 2.9), lo que implica un nivel de atención controlable con medidas específicas.

**Figura 10**

*Riesgo Externo. Riesgos Políticos y Regulatorios*

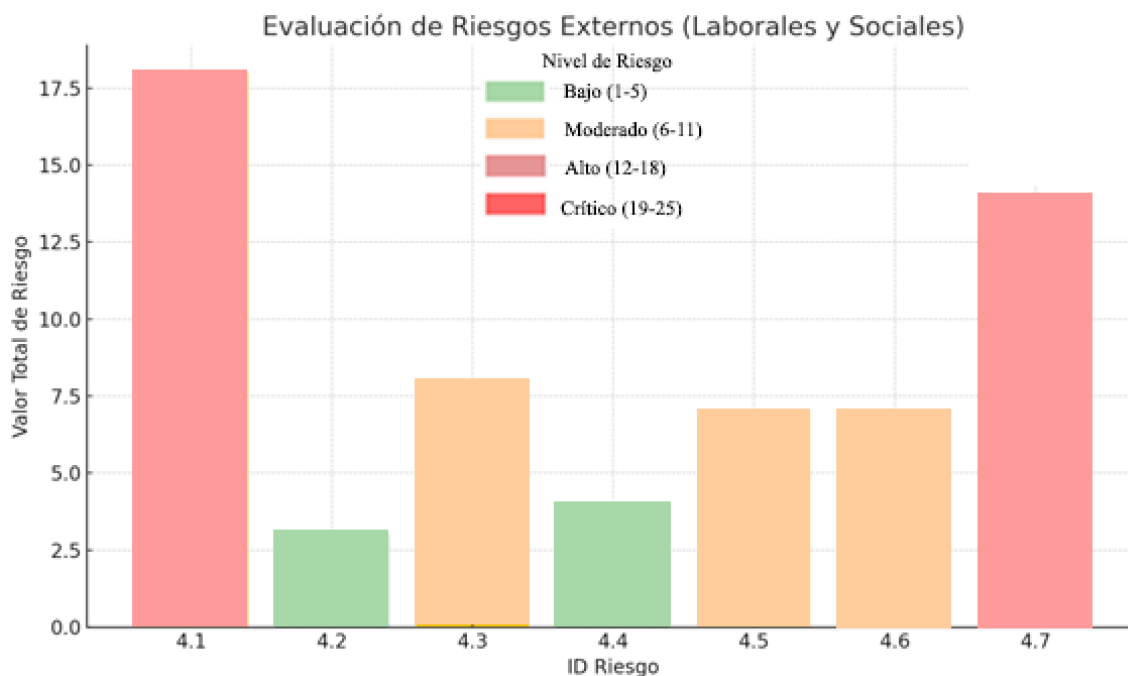


Diagnóstico (ver Figura 10): Se analizaron doce (12) riesgos asociados a factores políticos y regulatorios en el contexto del desarrollo de bodegas en la Zona Franca CELPA. La mayoría de los riesgos, específicamente ocho (8), fueron clasificados como de nivel "BAJO", lo que indica una baja probabilidad de ocurrencia o impacto moderado en caso de materialización. Por otro lado, cuatro (4) riesgos se clasificaron como "MODERADOS" (3.3, 3.4, 3.5 y 3.12), los cuales están principalmente relacionados con las

Prácticas de corrupción para la obtención de permisos y licencias, Exigencia de pagos informales para agilizar trámites legales y/o administrativos, nuevas normas ambientales: medidas adicionales de mitigación, restricciones ambientales y normativas de impacto. Aunque el riesgo general en esta categoría no se considera crítico, sí demanda acciones preventivas.

**Figura 11**

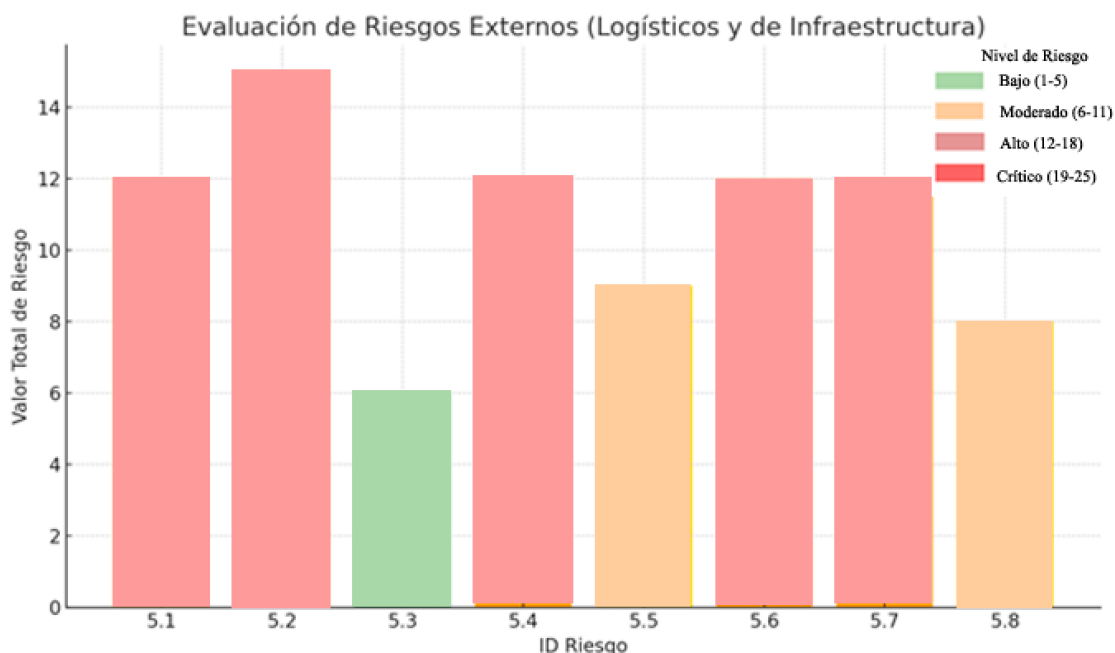
*Riesgo Externo. Riesgos Sociales y Laborales*



Diagnóstico (ver Figura 11): Se evaluaron siete (7) riesgos relacionados con factores laborales y sociales que pueden incidir en el desarrollo del proyecto en la Zona Franca CELPA. Dos de estos riesgos fueron clasificados con un nivel "ALTO" (4.1 y 4.7), asociados principalmente a protestas o bloqueos de comunidades locales e inseguridad y riesgo de robos. Tres riesgos fueron clasificados como "MODERADOS" (4.3, 4.5 y 4.6), lo que representa posibles afectaciones por movimientos sindicales, mano de obra calificada y altos índices de informalidad. Los dos riesgos restantes fueron calificados como "BAJOS" (4.2 y 4.4), sin embargo, deben ser monitoreados constantemente para evitar que escalen ante cambios en el entorno social o laboral.

**Figura 12**

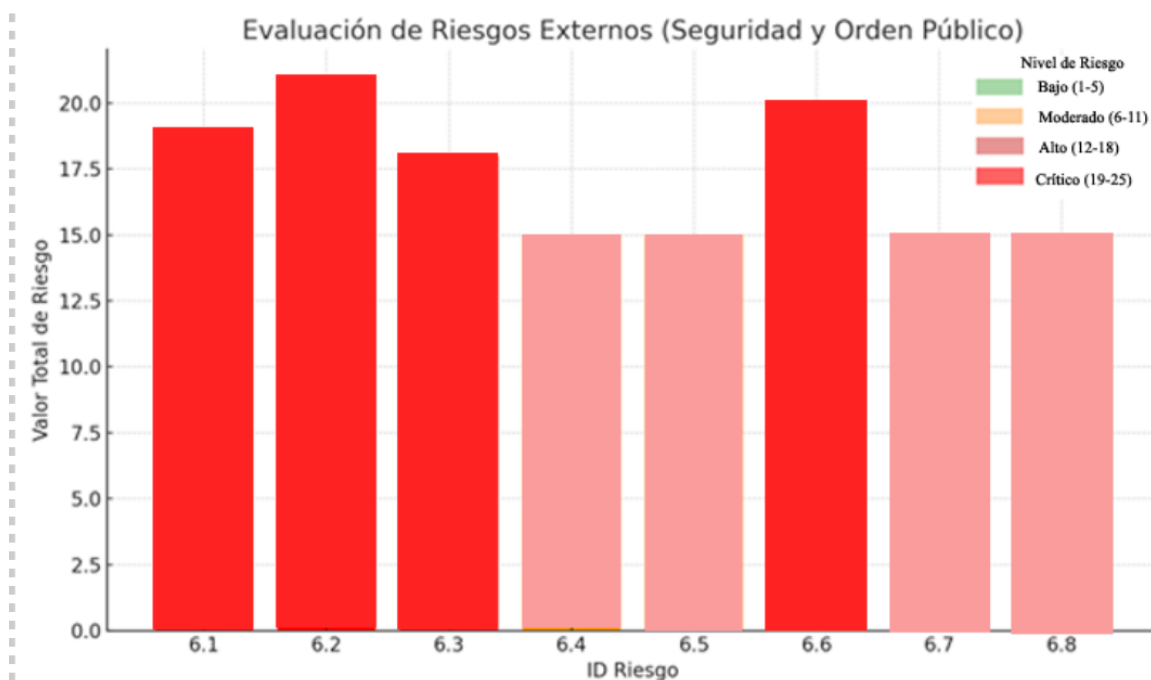
*Riesgo Externo. Riesgos Logísticos y de Infraestructura*



Diagnóstico (ver Figura 12): Se evaluaron ocho (8) riesgos relacionados con aspectos logísticos y de infraestructura. Cinco de ellos (5.1, 5.2, 5.4, 5.6 y 5.7) fueron clasificados con un nivel "ALTO", lo que evidencia una alta exposición del proyecto a eventos como retrasos en la cadena de suministro, congestión portuaria, deficiencias en la seguridad perimetral, deficiencias en la red vial y deficiencias en servicios públicos. Dos riesgos (5.5 y 5.8) fueron clasificados como "MODERADOS", y uno (5.3) como "BAJO", los cuales, aunque no representan una amenaza crítica inmediata, requieren monitoreo para evitar que escalen ante cambios operacionales.

**Figura 13**

*Riesgo Externo. Riesgos de Seguridad y Orden Público*



Diagnóstico (ver Figura 13): Se identificaron ocho (8) riesgos asociados al entorno de seguridad y orden público. Cuatro de ellos (6.1, 6.2, 6.3 y 6.6) fueron clasificados como "CRÍTICOS", lo que refleja una amenaza directa por la presencia de grupos armados y economías ilícitas, extorsión y cobro de "vacunas" por grupos o personas al margen de la ley, secuestro o amenaza a directivos del proyecto y débil capacidad de reacción por parte de las autoridades policiales, militares o cuerpos de bomberos ante cualquier siniestro. Los otros cuatro (6.4, 6.5, 6.7 y 6.8) fueron catalogados como "ALTOS", destacando problemáticas como deficiencia en la presencia de autoridades policiales y militares, deficiencias de iluminación del parque logístico, bloqueos de la comunidad y pagos de sobornos. Esta categoría representa uno de los dominios de riesgo más sensibles para el proyecto.

## ***Análisis de Riesgos Externos BAJOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA***

Los riesgos internos clasificados como bajos en la matriz de evaluación representan factores con menor probabilidad de ocurrencia y un impacto potencial reducido. No obstante, estos riesgos requieren atención preventiva para evitar su escalamiento o acumulación, lo que podría generar retrasos o ineficiencias en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. A continuación, se describen los resultados más relevantes:

### **1. Riesgos Económicos y Regulatorios**

**Aumento de impuestos o aranceles a materiales y equipos (2.2):** Aunque su impacto es bajo, la imposición de nuevas tarifas podría incrementar moderadamente los costos operativos.

**Cambios en normativas de construcción y seguridad (3.1):** Este riesgo sugiere la necesidad de monitorear continuamente los cambios regulatorios que puedan requerir ajustes menores en los diseños o procesos.

**Reformas fiscales y nuevas normativas ambientales (3.5, 3.6):** Aunque de baja probabilidad, estas reformas pueden demandar medidas adicionales de cumplimiento y ajustes en los presupuestos.

### **2. Riesgos Administrativos y de Permisos**

**Demoras en trámites y licencias (3.2, 3.9, 3.11):** Las demoras en la obtención de documentos como licencias, permisos y aprobaciones ralentizan los inicios de obra, aunque su impacto se considera pequeño en el proyecto general.

**Intervención de organismos de control y fiscalización excesiva (3.8, 3.10):** Estos riesgos reflejan potenciales revisiones administrativas o reprocesos, necesarios para cumplir con normativas, pero de bajo impacto general.

### **3. Riesgos Sociales y Medioambientales**

**Generación de escombros y residuos de construcción (1.6):** Este riesgo se considera bajo debido a la posibilidad de mitigar sus efectos mediante programas de gestión eficiente de residuos.

**Reclamos por afectaciones a vecinos (4.2):** Aunque poco probable, los conflictos con comunidades locales podrían requerir gestiones menores para mantener buenas relaciones con los Stakeholders.

**Manejo inadecuado de residuos y contaminación ambiental (5.8, 6.14, 6.16):** La disposición final de residuos y las malas prácticas constructivas generan un impacto ambiental limitado, pero manejable con protocolos básicos de sostenibilidad.

### **4. Riesgos de Seguridad y Orden Público**

**Deficiencias en la seguridad perimetral y vial (5.4, 5.6):** La falta de iluminación y las condiciones de acceso vial podrían impactar mínimamente la logística de materiales y personal, pero no comprometen significativamente el avance del proyecto.

**Deficiencia en la presencia de autoridades y riesgo de corrupción (6.4, 6.8):** Estos riesgos reflejan amenazas menores que podrían solventarse con planes de prevención y comunicación con organismos de control.

## *Análisis de Riesgos Externos MODERADOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA*

Los riesgos externos clasificados como **moderados** en la matriz de evaluación representan amenazas significativas que, aunque no son críticas inmediatas, pueden impactar negativamente la ejecución y viabilidad de los proyectos de construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, especialmente si no son gestionados adecuadamente. A continuación, se describen los resultados más relevantes:

### **1. Riesgos Geográficos y Ambientales**

**Sismicidad elevada en Buenaventura (1.1):** La alta actividad sísmica en la región requiere cimentaciones diseñadas con estrictos estándares de seguridad para evitar daños estructurales. Aunque gestionable, demanda costos adicionales y un diseño especializado.

**Altos niveles freáticos (1.3):** Este riesgo complica las excavaciones y eleva los costos de cimentación, especialmente en zonas cercanas al litoral. Es crucial contar con estudios geotécnicos precisos para mitigar este problema.

**Deslizamientos de tierra y riesgo de licuación del suelo (1.4, 1.7):** La inestabilidad del terreno en Buenaventura, agravada por lluvias intensas, representa un desafío técnico que puede afectar los cronogramas.

### **. Riesgos Económicos y Financieros**

**Variabilidad en los costos de materiales (2.1):** Las fluctuaciones de precios impactan la planificación financiera. Este riesgo refleja la necesidad de acuerdos de precios fijos con proveedores para evitar sobrecostos.

**Inflación y devaluación de la moneda (2.7):** La economía colombiana presenta una alta sensibilidad a la devaluación, lo que incrementa los costos de insumos importados.

**Crisis en el sector logístico y escasez de insumos (2.8):** Este riesgo afecta la disponibilidad de materiales esenciales como cemento y acero, generando retrasos en las fases críticas del proyecto.

### **3. Riesgos Políticos y Regulatorios**

**Corrupción en trámites y licencias (3.3, 3.4):** El requerimiento de pagos informales o prácticas de corrupción puede ralentizar los trámites administrativos y aumentar los costos operativos.

**Demoras en los permisos y fiscalización excesiva (3.9, 3.10):** La intervención de organismos de control y la extensa burocracia limitan la eficiencia de los procesos administrativos.

### **4. Riesgos Sociales y Laborales**

**Falta de mano de obra calificada en la región (4.5):** Este déficit impacta la calidad y los tiempos de entrega del proyecto, reflejando la necesidad de programas de capacitación local.

**Inseguridad, robos y extorsión (4.7, 6.2):** La inseguridad en la Zona Franca se traduce en pérdidas de materiales y costos adicionales en seguridad.

### **5. Riesgos Logísticos y de Infraestructura**

**Congestión portuaria y retrasos en la importación (5.1):** Los atrasos en la llegada de insumos clave afectan los cronogramas, generando interrupciones en las actividades constructivas.

**Escasez de insumos esenciales (5.5):** Este riesgo, combinado con problemas logísticos, puede retrasar la ejecución de obras críticas.

## 6. Riesgos de Orden Público y Seguridad

**Paros y disturbios en el sector de la construcción (6.7):** Estos eventos reducen la continuidad operativa y generan incertidumbre entre los Stakeholders.

**Debilidad en la capacidad de respuesta de las autoridades (6.6):** La falta de reacción eficiente ante siniestros o emergencias aumenta la vulnerabilidad en la ejecución del proyecto.

### *Análisis de Riesgos Externos ALTOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA*

Los riesgos externos clasificados como altos en la matriz de evaluación representan amenazas críticas que pueden impactar significativamente la viabilidad y el éxito de los proyectos de construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. Estos riesgos requieren estrategias inmediatas y robustas de mitigación para garantizar la continuidad operativa y minimizar los impactos negativos. A continuación, se describen los riesgos más relevantes:

**1. Protestas o bloqueos de comunidades locales (4.1):** Este riesgo es uno de los más críticos debido a su impacto potencial en el cronograma y en la relación con las comunidades locales. Las protestas y bloqueos pueden detener completamente las actividades constructivas, generar sobrecostos por retrasos y afectar la imagen del proyecto. Esto subraya la importancia de establecer diálogos previos con las comunidades, realizar consultas participativas y desarrollar programas de responsabilidad social empresarial que integren a los Stakeholders locales como aliados estratégicos del proyecto.

**2. Congestión vehicular en vías de acceso (5.2):** La congestión vehicular en las rutas de abastecimiento hacia la Zona Franca puede retrasar la entrega de materiales y afectar el

cronograma del proyecto. Se recomienda implementar planes logísticos alternativos y coordinar con autoridades para optimizar el flujo vehicular.

**3. Cortes en el suministro de energía o agua (5.7):** La interrupción de servicios básicos como energía y agua puede afectar gravemente la continuidad y calidad de la construcción, especialmente en zonas como Buenaventura con infraestructura deficiente. Se recomienda el uso de generadores y reservorios portátiles para mitigar este riesgo.

**4. Presencia de grupos armados y economías ilícitas (6.1):** La presencia de grupos armados y economías ilícitas en la región representa un riesgo crítico para la seguridad del proyecto, el personal y los materiales. Este factor puede desencadenar extorsiones, amenazas o actos violentos que generen incertidumbre y desaceleración de las actividades. La mitigación de este riesgo requiere la coordinación estrecha con las autoridades policiales y militares, el fortalecimiento de la seguridad perimetral en el sitio de construcción y la implementación de protocolos estrictos de protección para los trabajadores.

### ***Análisis de Riesgos Externos CRÍTICOS en la Construcción de Bodegas en la Zona Franca CELPA***

Los riesgos externos clasificados como críticos representan las amenazas más severas que podrían impactar significativamente los tiempos, costos y calidad de los proyectos de construcción de bodegas. Estos riesgos demandan estrategias de mitigación inmediatas y planes de contingencia robustos debido a su alta probabilidad de ocurrencia y su grave impacto potencial. A continuación, se describen los principales resultados:

**1. Alta presencia de lluvias:** Impacto en el cronograma de obra. El alto nivel de precipitaciones en Buenaventura, que supera los 6.000 mm anuales (IDEAM, 2021), representa un riesgo significativo para la construcción, ya que interrumpe actividades, afecta la logística y eleva los costos. Para mitigarlo, se recomienda una planificación basada en pronósticos climáticos y el ajuste del cronograma a temporadas secas.

**2. Altos niveles de humedad y corrosión:** La combinación de alta humedad y ambiente salino en Buenaventura incrementa significativamente el riesgo de corrosión en materiales metálicos y estructuras, comprometiendo la durabilidad de las obras y el desempeño de los sistemas constructivos. Este deterioro prematuro puede traducirse en elevados costos de mantenimiento y reparación si no se contempla desde la etapa de diseño. Para mitigar este riesgo, es fundamental implementar medidas preventivas como el uso de tratamientos anticorrosivos, recubrimientos protectores especializados, planes de mantenimiento preventivo y materiales resistentes como el acero inoxidable en componentes estructurales clave.

### **Priorización de riesgos mediante el método AHP.**

Para priorizar los riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA utilizando el método AHP, se establece una estructura jerárquica que integra los riesgos internos y externos identificados. A continuación, se presenta el proceso detallado:

#### **Estructura Jerárquica**

El AHP se ha organizado en tres niveles:

Nivel 1: Objetivo Principal

Priorizar los riesgos críticos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA.

Nivel 2: Criterios.

Para facilitar el análisis, los riesgos identificados fueron clasificados en dos grandes categorías: riesgos internos y riesgos externos, según su origen y capacidad de control desde la gestión del proyecto. Los riesgos internos hacen referencia a factores que pueden ser gestionados directamente por el equipo del proyecto, mientras que los riesgos externos corresponden a variables externas al control directo de los responsables del proyecto, pero que pueden influir significativamente en su ejecución. Esta clasificación se presenta de forma estructurada en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Criterios según clasificación de riesgos*

<b>RIESGOS INTERNOS</b>	<b>RIESGOS EXTERNOS</b>
Técnicos y de Diseño	Geográficos y Ambientales
Gestión y Planificación	Económicos y Financieros
Recursos Humanos	Políticos y Regulatorios
Materiales y Equipos	Sociales y Laborales
Financieros y Contractuales	Logísticos e Infraestructura
Seguridad y Medioambiente	Seguridad y Orden Público

*Nota:* cuadro resumen de los riesgos internos vs los riesgos externos

Nivel 3: Alternativas (Riesgos Específicos)

Ejemplo de riesgos prioritarios (extraídos de la matriz de riesgos):

Internos:

Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos (PXI: 11.6), Problemas de control de calidad (PXI: 12.6), Resistencia al cambio en metodologías BIM/LEAN (PXI: 15.2).

Externos:

Presencia de grupos armados (PXI: 16), Congestión vehicular en vías de acceso (PXI: 11.8).

### ***Comparaciones Pareadas***

#### **Paso 1: Comparar criterios (Nivel 2)**

Para priorizar los riesgos mediante el método AHP, se realizó una comparación pareada entre los riesgos internos y externos, considerando únicamente aquellos eventos clasificados como altos o críticos según la matriz de evaluación de riesgos. Esta comparación permite establecer la relación de importancia relativa entre ambos grupos, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Comparación pareada riesgos altos – críticos*

<b>RIESGOS INTERNOS ALTOS</b>	<b>RIESGOS EXTERNOS CRÍTICOS / ALTOS</b>
Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos	Alta presencia de lluvia (CRÍTICO)
Problemas de control de calidad	Altos niveles de humedad y corrosión (CRÍTICO)
Resistencia al cambio (BIM/LEAN)	Protestas o bloqueos comunitarios (ALTO)
Incumplimiento de certificación Retie	Congestión vehicular en vías de acceso (ALTO)
Falta de mano de obra calificada	Cortes en suministro de energía/agua (ALTO)
Alta rotación de personal	Presencia de grupos armados (ALTO)

*Nota: cuadro comparativo entre los riesgos internos altos vs los riesgos externos altos*

**Pregunta:** *¿Qué es más crítico para la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA: los riesgos internos o los externos?*

**Análisis:**

Los riesgos externos incluyen dos factores CRÍTICOS (lluvias y corrosión) que impactan directamente la ejecución física del proyecto y cuatro factores ALTOS (bloqueos, congestión, cortes de servicios y seguridad), los cuales son difíciles de controlar y pueden paralizar operaciones.

Los riesgos internos, aunque numerosos, son gestionables mediante planes de acción internos (ej.: capacitación, mejora de procesos).

**Escala de Saaty:**

Con base en el método AHP, se utilizó la escala de Saaty para establecer la importancia relativa entre los riesgos internos y externos. Se asignó un valor de **5** (importancia fuerte) a los riesgos externos sobre los internos, dado que los factores críticos externos como condiciones climáticas y seguridad, presentan un impacto más severo y menor capacidad de control por parte del proyecto. La relación inversa, correspondiente a los riesgos internos frente a los externos, se representa con un valor de **1/5**. Esta ponderación se refleja en la Tabla 3, la cual presenta la matriz de comparación de criterios.

**Matriz de Comparación:**

**Tabla 3***Matriz de comparación*

<b>CRITERIO</b>	<b>RIESGO INTERNO</b>	<b>RIESGO EXTERNO</b>
Riesgos Internos	1	1/5
Riesgos Externos	5	1

*Nota.* Tabla comparativa según el criterio

**Justificación:** En el contexto de Buenaventura, los riesgos externos críticos, como las lluvias intensas y la corrosión, asociados al clima tropical y las condiciones geográficas, demandan una asignación significativa de recursos para su mitigación. Adicionalmente, la presencia de grupos armados y bloqueos comunitarios introduce un alto nivel de incertidumbre operativa que puede paralizar completamente el proyecto. Por su parte, los riesgos internos, si bien relevantes, pueden ser gestionados de manera efectiva mediante estrategias proactivas como la capacitación del personal, la planificación adecuada y la realización de auditorías periódicas. Esta diferenciación entre riesgos internos y externos permite establecer con mayor claridad la priorización y jerarquización de amenazas, lo cual es esencial para la posterior asignación de pesos relativos en la estructura analítica del método AHP.

### **Paso 2: Comparar subcriterios (categorías dentro de Internos/Externos)**

Para priorizar los riesgos mediante el método AHP, se comparan las categorías de subcriterios dentro de cada grupo principal (internos y externos). Este paso determina la importancia relativa de cada categoría para el objetivo final. A continuación, se detalla el proceso:

## A. Subcriterios de Riesgos Internos

Las categorías internas prioritarias son:

- Técnicos y de Diseño (ej: falta de compatibilidad entre sistemas constructivos, problemas de control de calidad).
- Gestión y Planificación (ej: resistencia al cambio en BIM/LEAN, incumplimiento de certificación Retie).
- Recursos Humanos (ej: falta de mano de obra calificada, alta rotación de personal).

La comparación entre estas categorías, basada en la escala de Saaty, se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Matriz de Comparación Pareada (Escala de Saaty). Riesgos Internos*

<b>CRITERIO</b>	<b>TÉCNICOS</b>	<b>GESTIÓN</b>	<b>RECURSOS HUMANOS</b>
Técnicos	1	5	7
Gestión	1/5	1	3
Recursos Humanos	1/7	1/3	1

*Nota:* cuadro comparativo según el criterio (técnico, gestión y recursos humano)

**Justificación:** Técnicos vs. Gestión (=5): Los errores técnicos (ej: fallas estructurales) son fuertemente más críticos que los de gestión, ya que pueden paralizar físicamente el proyecto.

Técnicos vs. Recursos Humanos (=7): Los problemas técnicos son extremadamente más críticos que los humanos, porque estos últimos son mitigables con capacitación o contrataciones.

Gestión vs. Recursos Humanos (=3): Los riesgos de gestión (ej: resistencia a metodologías) son moderadamente más críticos que los humanos, pues afectan la eficiencia operativa a largo plazo.

### **Cálculo de Pesos:**

Suma de columnas:

$$\text{Técnicos: } 1 + 0.2 + 0.1429 = \mathbf{1.34} \quad \text{Gestión: } 5 + 1 + 0.333 = \mathbf{6.33}$$

$$\text{Recursos Humanos: } 7 + 3 + 1 = \mathbf{11.00}$$

### **Normalización:**

$$\text{Técnicos: } (1/1.34 + 5/6.33 + 7/11) / 3 = \mathbf{0.72}$$

$$\text{Gestión: } (1/5 + 1/6.33 + 3/11) / 3 = \mathbf{0.21}$$

$$\text{Recursos Humanos: } (1/7 + 1/1.34 + 1/3 + 1/6.33 + 1/11) / 3 = \mathbf{0.07}$$

### **Pesos de Subcriterios Internos:**

Técnicos: **72%**, Gestión: **21%**, Recursos Humanos: **7%**

### **B. Subcriterios de Riesgos Externos**

Las categorías externas prioritarias son:

Geográficos/Ambientales (ej: lluvias intensas, corrosión). Seguridad/Orden Público (ej: grupos armados, bloqueos comunitarios). Logísticos/Infraestructura (ej: congestión vehicular, cortes de energía).

Estas categorías fueron comparadas de manera pareada utilizando la escala de Saaty, con el fin de establecer su importancia relativa en el contexto del proyecto. La Tabla 5 presenta los resultados de dicha comparación.

**Tabla 5**

*Matriz de Comparación Pareada (Escala de Saaty) Riesgos Externos*

<b>CRITERIO</b>	<b>GEOGRÁFICOS</b>	<b>SEGURIDAD</b>	<b>LOGÍSTICOS</b>
Geográficos	1	1/5	3
Seguridad	5	1	7
Logísticos	1/3	1/7	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** Seguridad vs. Geográficos (=5): La presencia de grupos armados es fuertemente más crítica que los riesgos geográficos, ya que amenaza la continuidad física del proyecto.

Seguridad vs. Logísticos (=7): La seguridad es extremadamente más crítica que los problemas logísticos, que pueden gestionarse con planes alternativos.

Geográficos vs. Logísticos (=3): Los riesgos climáticos (ej: lluvias) son moderadamente más críticos que los logísticos, debido a su impacto directo en la durabilidad de las estructuras.

Cálculo de Pesos:

**Suma de columnas:**

Geográficos:  $1+5+1/3=6.33$       Seguridad:  $1/5+1+1/7=1.31$       Logísticos:  $3+7+1=11$

**Normalización:**

Geográficos:  $1/6.33+0,2/1.31+3/11= 0.24$

Seguridad:  $5/6.33+1/1.31+7/11= 0.68$

Logísticos:  $1/3/6.33+1/7/1.31+1/11=0.08$

Pesos de Subcriterios Externos:

Seguridad: **68%**, Geográficos: **24%**, Logísticos: **8%**

### C. Síntesis de Resultados

Una vez aplicadas las matrices de comparación pareada tanto para los riesgos internos como para los externos, se calcularon los pesos relativos de cada subcriterio con base en los valores derivados de la escala de Saaty. Estos pesos permiten establecer la jerarquización de las categorías de riesgo en función de su impacto relativo dentro del análisis AHP. La Tabla 6 presenta la síntesis de los resultados obtenidos.

**Tabla 6**

*Síntesis de resultados*

<b>CRITERIO</b>	<b>PESO (INTERNOS)</b>	<b>PESO (EXTERNOS)</b>
Técnicos y Diseño	<b>72%</b>	-
Gestión y Planificación	<b>21%</b>	-
Recursos Humanos	<b>7%</b>	-
Geográficos/Ambientales	-	<b>24%</b>
Seguridad/Orden Público	-	<b>68%</b>
Logísticos/Infraestructura	-	<b>8%</b>

*Nota:* Elaboración Propia

Según la tabla X, los Riesgos Internos: Los técnicos dominan (72%), destacando la necesidad de auditorías de diseño y control de calidad.

Riesgos Externos: La seguridad (68%) y los factores geográficos (24%) son los más críticos, requiriendo alianzas con autoridades y diseños adaptados al clima.

### **Paso 3: Comparar alternativas (riesgos específicos dentro de cada categoría)**

Para priorizar los riesgos específicos dentro de cada subcategoría, se realizan comparaciones pareadas utilizando la escala de Saaty (1-9). A continuación, se detalla el proceso para cada grupo:

- A. Riesgos Internos: (1. Subcriterio: Técnicos y de Diseño)

Riesgos a comparar:

- 1.5 Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos, 1.12 Problemas de control de calidad

La Tabla 7 muestra la matriz de comparación correspondiente, en la que se refleja la relación de prioridad entre ambos riesgos.

**Tabla 7**

*Matriz de Comparación Riesgo 1.5 vs 1.12*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>1.5</b>	<b>1.12</b>
1.5 Falta de compatibilidad	1	1/3
1.12 Problemas de control	3	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** Los problemas de control de calidad son moderadamente más críticos (valor 3) que la falta de compatibilidad, ya que errores en pruebas de materiales pueden comprometer la seguridad estructural.

Pesos Normalizados:

- Falta de compatibilidad: **25%**, Problemas de control: **75%**

## 2. Subcriterio: Gestión y Planificación

Riesgos a comparar:

- 2.4 Resistencia al cambio (BIM/LEAN), 2.6 Incumplimiento de certificación Retie

La comparación entre estos riesgos permite establecer cuál representa una mayor amenaza para el cumplimiento normativo y la eficiencia en los procesos de diseño y ejecución. La Tabla 8 presenta la matriz de comparación pareada aplicada a este subcriterio.

**Tabla 8**

*Matriz de Comparación Riesgo 2.4 vs 2.6*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>
2.4 Resistencia al cambio	1	1/5
2.6 Incumplimiento Retie	5	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** El incumplimiento de la certificación Retie es fuertemente más crítico (valor 5), ya que implica sanciones legales y riesgos de incendios eléctricos.

Pesos Normalizados:

- Resistencia al cambio: **16.7%**, Incumplimiento Retie: **83.3%**,

## 3. Subcriterio: Recursos Humanos

Riesgos a comparar:

- 3.1 Falta de mano de obra calificada, 3.2 Alta rotación de personal.

Ambos riesgos afectan directamente la continuidad y calidad de la ejecución. La comparación pareada con base en la escala de Saaty permite determinar cuál representa una mayor amenaza en términos de estabilidad operativa. Los resultados se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Matriz de Comparación Riesgo 3.1 vs 3.2*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>3.1</b>	<b>3.2</b>
3.1 Falta de mano de obra	1	5
3.2 Rotación de personal	1/5	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** La falta de mano de obra calificada es fuertemente más crítica (valor 5), ya que afecta directamente la calidad y el ritmo de construcción.

Pesos Normalizados:

- Falta de mano de obra: **83.3%**, Rotación de personal: **16.7%**

B. Riesgos Externos

- 1. Subcriterio: Geográficos/Ambientales

Riesgos a comparar:

- 1.5 Alta presencia de lluvia (CRÍTICO), 1.8 Altos niveles de humedad y corrosión (CRÍTICO)

Ambos fueron clasificados como críticos, por lo que se evaluó su importancia relativa a través de una comparación pareada. La Tabla 10 muestra la matriz correspondiente, en la que ambos riesgos presentan igual nivel de prioridad.

**Tabla 10**

*Matriz de Comparación Riesgo 1.5 vs 1.8*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>
1.5 Lluvias	1	1
1.8 Corrosión	1	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** Ambos riesgos son igualmente críticos (valor 1), ya que las lluvias impactan el cronograma, mientras la corrosión afecta la durabilidad.

Pesos Normalizados:

- Lluvias: **50%**, Corrosión: **50%**

2. Subcriterio: Seguridad/Orden Público

Riesgos a comparar:

- 4.1 Protestas o bloqueos comunitarios, 6.1 Presencia de grupos armados.

Ambos riesgos fueron comparados utilizando la escala de Saaty para establecer su peso relativo dentro del análisis. La Tabla 11 muestra la matriz de comparación correspondiente, en la que se observa una clara dominancia del riesgo 6.1.

**Tabla 11**

*Matriz de Comparación Riesgo 4.1 vs 6.1*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>4.1</b>	<b>6.1</b>
4.1 Protestas	1	1/7
6.1 Grupos armados	7	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** La presencia de grupos armados es extremadamente más crítica (valor 7), ya que amenaza la seguridad física del personal y la continuidad del proyecto.

Pesos Normalizados:

- Protestas: **12.5%**, Grupos armados: **87.5%**

### 3. Subcriterio: Logísticos/Infraestructura

Riesgos a comparar:

- 5.2 Congestión vehicular, 5.7 Cortes de energía/agua.

Ambos eventos fueron evaluados en una matriz de comparación pareada usando la escala de Saaty, con el objetivo de determinar su peso relativo dentro del análisis AHP. La Tabla 12 presenta los resultados obtenidos.

**Tabla 12**

*Matriz de Comparación Riesgo 5.2 vs 5.7*

<b>RIESGO VS RIESGO</b>	<b>5.2</b>	<b>5.7</b>
5.2 Congestión	1	1/5
5.7 Cortes de servicios	5	1

*Nota:* Elaboración Propia

**Justificación:** Los cortes de energía/agua son fuertemente más críticos (valor 5), ya que paralizan directamente las actividades constructivas.

Pesos Normalizados:

- Congestión: **16.7%**, Cortes de servicios: **83.3%**

### C. Priorización Global Integrada

**Tabla 13***Priorización global integrada*

<b>RIESGO</b>	<b>PESO CATEGORIA</b>	<b>PESO SUBCRITERIO</b>	<b>PESO GLOBAL</b>
6.1 Presencia de grupos armados	68% (Seguridad)	87.5%	$68\% \times 87.5\% = 59.5\%$
1.5 Alta presencia de lluvia	24% (Geográficos)	50%	$24\% \times 50\% = 12\%$
5.7 Cortes de energía/agua	8% (Logísticos)	83.3%	$8\% \times 83.3\% = 6.7$
1.12 Problemas de control de calidad	72% (Técnicos)	75%	$72\% \times 75\% = 54\%$

*Nota:* Elaboración Propia

Según la tabla 13, La priorización final revela que los riesgos externos relacionados con seguridad (grupos armados) son los más críticos, seguidos por los problemas técnicos de control de calidad y las lluvias intensas. Esta jerarquización permite enfocar recursos en:

1. Mitigar amenazas de seguridad mediante coordinación con autoridades y protección perimetral.
2. Reforzar el control de calidad con ensayos rigurosos y auditorías técnicas.
3. Diseñar planes climáticos para minimizar el impacto de las lluvias.

Este análisis asegura una gestión de riesgos estratégica y basada en datos, optimizando la viabilidad del proyecto en la Zona Franca CELPA.

## **Evaluación cuantitativa mediante análisis de Monte Carlo.**

Esta fase consistió en cuantificar el impacto potencial de los riesgos priorizados sobre los indicadores clave del proyecto, como el cronograma y los costos. Para ello, se desarrolló una simulación probabilística utilizando el método de Monte Carlo, el cual permitió modelar múltiples escenarios y estimar con mayor precisión los efectos de los riesgos más críticos.

### **1. Identificación de Variables Críticas**

Se seleccionaron las siguientes variables críticas basadas en la priorización de riesgos AHP y su impacto potencial en costos y cronogramas:

#### **Riesgos Externos:**

- Alta presencia de lluvias (1.5): Retrasos por días perdidos en actividades al aire libre (ej: excavaciones, cimentaciones).
- Cortes en suministro de energía/agua (5.7): Interrupciones operativas que paralizan maquinaria y equipos.
- Presencia de grupos armados (6.1): Parálisis total o parcial del proyecto por amenazas a la seguridad.

#### **Riesgos Internos:**

- Problemas de control de calidad (1.12): Reprocesos y sobrecostos por materiales defectuosos o ensayos incumplidos.
- Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos (1.5): Retrasos técnicos por rediseños o ajustes en obra.

### **2. Asignación de Distribuciones de Probabilidad**

Cada variable se modeló con distribuciones estadísticas que reflejan su comportamiento histórico o estimado:

Para realizar el análisis de simulación de riesgos mediante el método de Monte Carlo, se definieron variables estocásticas clave que representan eventos inciertos con impacto potencial en el proyecto. Cada variable fue modelada utilizando una distribución de probabilidad apropiada, con base en su comportamiento histórico, naturaleza del fenómeno o frecuencia estimada de ocurrencia.

La Tabla 14 presenta la caracterización de estas variables, incluyendo el tipo de distribución asignado, los parámetros estadísticos empleados y su respectiva justificación.

**Tabla 14**

*Caracterización de Variables Estocásticas en el Análisis de Riesgos*

VARIABLE	DISTRIBUCIÓN	PARÁMETROS	JUSTIFICACIÓN
<b>Días de lluvia/mes</b>	Poisson	$\lambda = 5$ días/mes	Eventos discretos con frecuencia conocida en clima tropical.
<b>Duración de cortes de energía</b>	Triangular	Mín.=0, Más Probable=0,2 días, Máx.=0,5 días/mes	Basado en datos históricos de la Zona Franca.
<b>Probabilidad de protestas</b>	Binomial	$p = 0.05$ (5% de probabilidad mensual)	Frecuencia de conflictos sociales en la región.
<b>Sobrecostos por calidad</b>	Normal	$\mu = 3\%$ , $\sigma = 2\%$	Variabilidad típica en proyectos de construcción.
<b>Días perdidos por grupos armados</b>	Exponencial	$\lambda = 0.64$ (tasa de ocurrencia mensual)	Eventos poco frecuentes pero catastróficos.

*Nota:* Elaboración Propia

### 3. Definición del Modelo Matemático

#### Duración Total del Proyecto

Con el fin de estimar la duración total del proyecto considerando la influencia de riesgos externos, se define el siguiente modelo matemático:

$$T_{total} = T_{base} + \sum (\text{Días de lluvia} + \text{Días de cortes de energía} + \text{Días de protestas} + \text{Días de paralización por seguridad})$$

Donde:

- $T_{total}$ : Duración total proyectada del proyecto (en meses), incluyendo los efectos de los riesgos.
- $T_{base}$ : Duración estimada sin interrupciones (en este caso, 12 meses).
- Días perdidos: Corresponden a los retrasos ocasionados por factores externos como lluvias, fallas en el suministro de energía, bloqueos o protestas, y situaciones de orden público que obliguen a detener la obra.

Para efectos del modelo, los días perdidos se convierten a meses, asumiendo una media de 30 días por mes. Por ejemplo, 15 días de afectación equivalen a 0,5 meses adicionales.

#### Costo Total del Proyecto

Con el propósito de estimar el costo total del proyecto incorporando los efectos de los riesgos operativos y económicos, se plantea el siguiente modelo matemático:

$$C_{total} = C_{base} \times (1 + \% \text{ sobrecostos}) + (\text{Costo diario de paralización} \times \text{Días perdidos})$$

Donde:

- $C_{total}$ : Costo total estimado del proyecto considerando los efectos de los riesgos.
- $C_{base}$ : Presupuesto inicial del proyecto sin afectaciones (para este caso, \$10 millones).
- % sobrecostos: Incrementos porcentuales en los costos debido a errores de ejecución, reprocesos o problemas de calidad.
- Costo diario de paralización: Valor monetario que representa el costo asociado por cada día de suspensión de actividades (en este caso, \$50,000/día, incluyendo salarios, alquiler de equipos, penalizaciones, entre otros).
- Días perdidos: Días de inactividad provocados por riesgos externos, como condiciones climáticas adversas o bloqueos de seguridad.

Con el fin de evaluar la incertidumbre asociada al proyecto, se aplicó una simulación de Monte Carlo con 10 000 iteraciones, tomando como base las variables estocásticas previamente caracterizadas. Esta simulación permitió observar el comportamiento probabilístico del costo total y la duración del proyecto bajo dos escenarios: uno base (sin riesgos) y otro con la incorporación de eventos de riesgo.

La Tabla 15 presenta la comparación de resultados entre ambos escenarios, evidenciando el impacto que los riesgos pueden generar sobre las variables clave del proyecto.

**Tabla 15**

*Comparación de Resultados entre Escenario Base y Escenario con Riesgos (Simulación Monte Carlo).*

<b>VARIABLE</b>	<b>COSTO BASE</b>	<b>COSTO SIMULADO PROMEDIO</b>	<b>DURACIÓN BASE</b>	<b>DURACIÓN SUMILADA PROMEDIO</b>
Escenario sin riesgos	\$10M	-	12 meses	-
Escenario con riesgos	-	\$13.5M ( $\pm$ \$1.2M)	-	14.8 meses ( $\pm$ 1.5 meses)

*Nota:* Elaboración Propia

#### **4. Métricas Clave:**

Probabilidad de exceder \$12M: 85% (solo el 15% de las iteraciones se mantienen dentro del presupuesto).

Probabilidad de retraso > 3 meses: 40% (alto riesgo de prolongación significativa).

Contribución a la variabilidad:

Lluvias intensas: 35% de los retrasos.

Cortes de energía/agua: 25% de los sobrecostos.

Con base en los resultados del análisis de riesgos y la simulación Monte Carlo, se plantearon estrategias orientadas a mitigar impactos tanto en el costo como en la duración del proyecto. Estas acciones buscan aumentar la resiliencia del plan de ejecución frente a variables críticas previamente identificadas, y deben ser incorporadas como parte del modelo de gestión integral del riesgo.

La Tabla 16 presenta una síntesis de las principales estrategias recomendadas y sus respectivas acciones específicas.

**Tabla 16**

*Interpretación y Acciones Estratégicas*

<b>ESTRATEGIA</b>	<b>ACCIÓN</b>
Presupuesto de contingencia recomendado:	Asignar \$3.5M adicionales (35% del presupuesto base) para cubrir el escenario promedio (\$13.5M).
Mitigación de retrasos	Planificación flexible: Programar actividades críticas en temporada secas, uso de carpas temporales
	Acuerdos con proveedores locales: Reducir la dependencia de insumos externos afectados por congestión logística.
Reducción de sobrecostos	Contratos con cláusulas de precio fijo: Para materiales críticos (ej: acero, cemento).
	Auditorías técnicas semanales: Minimizar reprocesos por problemas de calidad.

*Nota:* Elaboración Propia

### **FASE 3 DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RIESGOS**

El desarrollo de estrategias de gestión de riesgos representa una etapa crucial para garantizar la viabilidad y eficiencia en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. Este capítulo presenta un enfoque sistemático para identificar causas raíz, diseñar estrategias de respuesta y ajustar soluciones con base en evaluaciones continuas. La correcta implementación de estas estrategias es esencial para mitigar los riesgos asociados con retrasos, sobrecostos y problemas operativos que podrían comprometer el éxito del proyecto.

El capítulo se estructura en tres secciones principales. La primera corresponde al análisis causa-raíz mediante un diagrama de espina de pescado, que permite identificar los factores que generan retrasos y sobrecostos, agrupados en categorías como condiciones ambientales, recursos humanos, materiales y equipos, métodos y planificación, seguridad y orden público, y logística. Este enfoque facilita visualizar los elementos subyacentes que deben ser abordados para reducir el impacto de los riesgos.

En segundo lugar, se definen estrategias específicas para gestionar dichos riesgos, tales como la mitigación (reducir la probabilidad o impacto), la transferencia (asignar responsabilidad a terceros), la evitación (eliminar la exposición) y la adaptación (ajustar el proyecto). Estas estrategias se orientan a riesgos prioritarios como la presencia de grupos armados, lluvias intensas, problemas de calidad y bloqueos comunitarios.

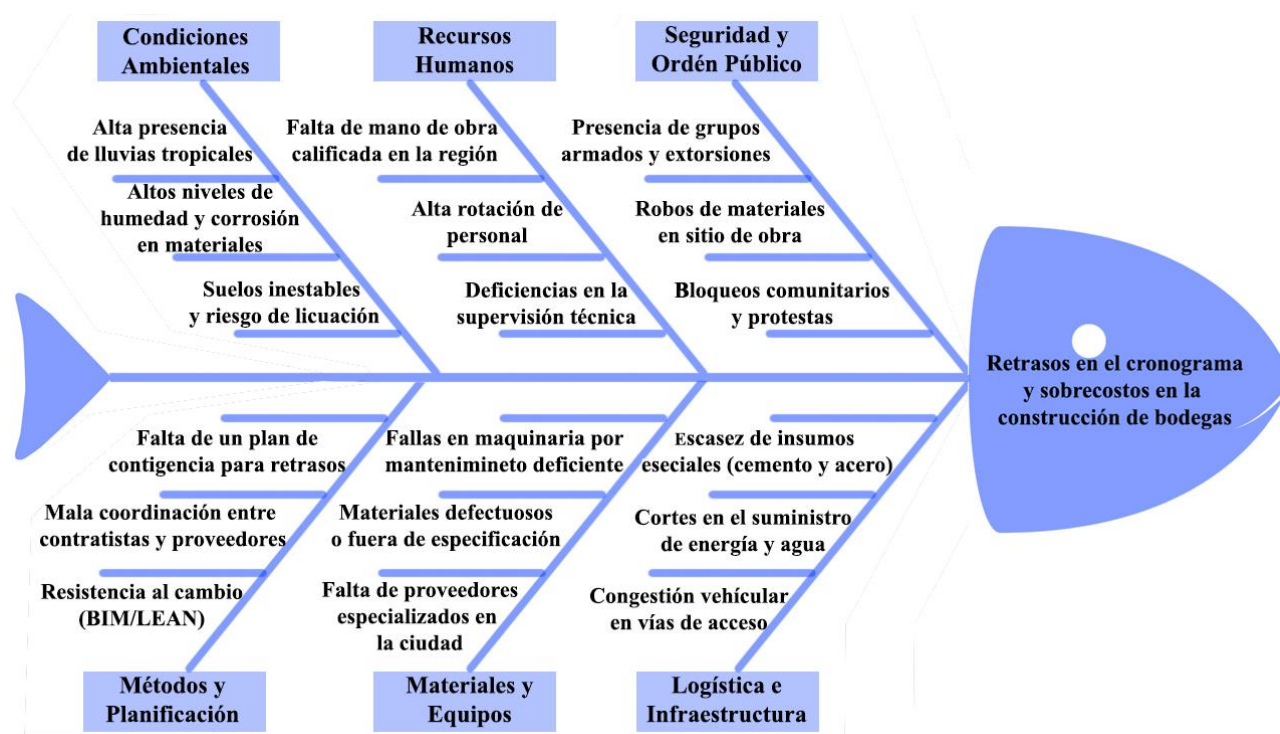
Finalmente, se describe un proceso cíclico para evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas, a través de herramientas como simulaciones de Monte Carlo, auditorías técnicas y talleres de retroalimentación, permitiendo ajustes correctivos que fortalecen el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

### **Análisis causa-raíz con diagrama de espina de pescado.**

El diagrama de espina de pescado identificó las causas raíz que contribuyen al problema central: **retrasos y sobrecostos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA**. A continuación, se desglosan las categorías y causas principales basadas en los riesgos identificados previamente:

**Figura 14**

*Diagrama de causa-efecto para los retrasos y sobrecostos en la construcción de bodegas en Zona Franca CELPA*



Como se muestra en la Figura 14, el diagrama de Ishikawa representa las causas principales que generan retrasos y sobrecostos en la construcción de bodegas, organizadas en categorías como medio ambiente, recursos humanos, seguridad, materiales, métodos y logística. Esta herramienta permitió estructurar de manera visual los factores críticos identificados durante el análisis de riesgos, facilitando la priorización de causas raíz y la propuesta de estrategias de mitigación.

Con base en los hallazgos del análisis de causa-efecto, se formularon acciones dirigidas a reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de dichas causas. La Tabla 17 presenta un conjunto de recomendaciones prácticas para cada categoría, las cuales pueden ser validadas con entidades externas y adoptadas como parte del plan de gestión integral de riesgos del proyecto.

Tabla 17

*Validación entidades externas.*

<b>CATEGORIA</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Ambientales</b>	Implementar diseños resistentes a la corrosión (ej: acero galvanizado).
	Programar actividades críticas en época de temporada de lluvias baja
<b>Recursos Humanos</b>	Formar mano de obra local (capacitaciones)
	Establecer incentivos
	Monitorear los desempeños
<b>Seguridad</b>	Establecer alianzas con autoridades locales para vigilancia permanente.
	Instalar cámaras de seguridad y sistemas de monitoreo en el sitio.
<b>Métodos</b>	Capacitar al personal en metodologías BIM/LEAN mediante talleres prácticos.
	Implementar un comité de innovación para promover la adopción de nuevas tecnologías.
	Aplicar pruebas piloto con algunas actividades o capítulos del EDT
<b>Materiales y Equipos</b>	Desarrollar alianzas con proveedores locales y departamentales para garantizar suministros.
	Exigir certificado de calidad materiales
	Mantener un Stock en actividades críticas
	Programar mantenimientos preventivos y asegurar repuestos
<b>Logística e infraestructura</b>	Evaluar rutas logísticas
	Coordinar entregas

*Nota:* Elaboración Propia.

### **Diseño de estrategias de mitigación, transferencia, evitación y adaptación.**

A partir de los resultados del análisis de riesgos, incluyendo el modelo AHP, la simulación Monte Carlo y la identificación de causas raíz mediante el diagrama de Ishikawa, se definieron estrategias específicas para cada riesgo crítico o prioritario. Estas estrategias se organizan según

su enfoque de respuesta: mitigación, transferencia, evitación o adaptación, conforme a las buenas prácticas en gestión de riesgos.

La Tabla 18 presenta la matriz de implementación de dichas estrategias, en la que se relacionan los riesgos con su nivel, origen, tipo de estrategia y acción recomendada. Esta matriz permite establecer un plan de acción práctico, alineado con la naturaleza y severidad de cada riesgo.

**Tabla 18**

*Matriz de Implementación de Estrategias*

<b>RIESGO</b>	<b>NIVEL</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>TIPO EST.</b>	<b>ESTRATEGÍA APLICADA</b>
Presencia de grupos armados	Crítico	Externo	Mitigación	Alianzas con autoridades locales y fuerzas militares para vigilancia permanente.
	Crítico	Externo	Mitigación	Instalación de sistemas de seguridad perimetral (cámaras, sensores).
Alta presencia de lluvias	Crítico	Externo	Mitigación	Diseño de sistemas de drenaje pluvial eficientes.
	Crítico	Externo	Mitigación	Programación de actividades críticas en temporada seca (junio-septiembre).
Problemas de control de calidad	Alto	Interno	Mitigación	Auditorías técnicas semanales con ensayos obligatorios de materiales.
	Alto	Interno	Mitigación	Certificación de proveedores bajo normas ISO 9001.
Cortes de agua/energía	Alto	Externo	Mitigación	Integración de sistemas de almacenamiento y bombeo de aguas lluvias, que permitan disponer de una fuente alterna y confiable para mitigar el impacto de fallas en el suministro principal. con autonomía mínima para garantizar la continuidad operativa durante cortes prolongados.
	Alto	Externo	Transferencia	Instalación de sistemas de respaldo: plantas de emergencia con capacidad

				suficiente para cubrir la operación crítica en caso de interrupciones.
Aumento inesperado de precios de materiales	Alto	Interno	Transferencia	Contratos con cláusulas de precios fijos con proveedores estratégicos.
	Alto	Interno	Transferencia	Uso de contratos 'llave en mano' para transferir sobre costos al contratista.
Responsabilidad civil por daños a terceros	Moderado	Interno	Transferencia	Seguros de responsabilidad civil que cubran reclamos legales.
Bloqueos comunitarios	Alto	Externo	Evitación	Realizar consultas previas con comunidades locales para integrar sus necesidades en el proyecto.
	Alto	Externo	Evitación	Evitar rutas de suministro que atraviesen zonas conflictivas.
Falta de proveedores especializados	Alto	Externo	Evitación	Establecer alianzas con proveedores internacionales para garantizar suministros críticos.
	Alto	Externo	Evitación	Evitar el uso de materiales que no estén disponibles en la región.
Corrosión por humedad	Crítico	Externo	Adaptación	Usar materiales resistentes a la corrosión (acero galvanizado, pinturas epoxy).
	Crítico	Externo	Adaptación	Implementar protocolos de mantenimiento preventivo cada 6 meses.
Resistencia al cambio (BIM/LEAN)	Alto	Interno	Adaptación	Capacitar al personal en metodologías BIM/LEAN mediante talleres prácticos.
	Alto	Interno	Adaptación	Adoptar un enfoque gradual para la implementación de nuevas tecnologías.
Congestión vehicular	Alto	Externo	Adaptación	Utilizar horarios nocturnos para transporte de materiales.
	Alto	Externo	Adaptación	Diseñar rutas alternativas validadas con apps de tráfico en tiempo real.

Nota: Elaboración Propia

### ***Evaluación y ajuste de estrategias con base en validaciones.***

Para asegurar la efectividad de las estrategias de gestión de riesgos, se implementará un proceso cíclico de evaluación y ajuste basado en validaciones técnicas, operativas y sociales, manteniéndolas alineadas con las condiciones cambiantes del proyecto en la Zona Franca CELPA.

#### **1. Evaluación de Efectividad**

##### **Indicadores Clave de Desempeño (KPIs):**

Para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas en la gestión de riesgos del proyecto, se definieron indicadores clave de desempeño (KPIs) que permiten medir avances cuantificables en aspectos críticos como el tiempo, los costos, la seguridad y la percepción operativa. Estos indicadores servirán como referencia para validar si las acciones adoptadas están generando los resultados esperados y facilitarán procesos de seguimiento, control y mejora continua.

##### **Mitigación de riesgos críticos:**

Reducción del 30% en días perdidos por lluvias (meta:  $\leq 5$  días/mes).

Disminución del 50% en incidentes de seguridad (ej: robos, bloqueos).

##### **Cumplimiento de cronograma y presupuesto:**

Desviación máxima permitida: 10% en tiempo y 15% en costos.

##### **Métodos de Validación:**

**Simulaciones de Monte Carlo:** Para proyectar el impacto de ajustes en el modelo de planificación.

**Auditorías técnicas bimestrales:** Revisión de avances físicos, calidad de materiales y cumplimiento de protocolos.

**Encuestas a Stakeholders:** Evaluación de la percepción de seguridad, coordinación y eficiencia operativa.

## **2. Proceso de Ajuste**

### **Identificación de Brechas:**

Comparar los resultados de KPIs con las metas establecidas.

Ejemplo: Si los días perdidos por lluvias superan el 10%, se activa un plan de ajuste.

### **Talleres de Retroalimentación:**

Participantes: Contratistas, administradores de la Zona Franca, autoridades locales y representantes comunitarios.

Objetivo: Identificar causas de desviaciones y proponer soluciones colaborativas.

### **Herramientas de Soporte:**

**Mapas de calor de riesgos:** Para visualizar áreas con mayor incidencia de problemas.

**Software BIM (Building Information Modeling):** Simular el impacto de cambios en el diseño o cronograma.

## **3. Casos de Ajuste Ejemplares**

Durante el seguimiento y validación de las estrategias de gestión de riesgos, se identificaron brechas entre la estrategia original y los resultados obtenidos en campo. Estas situaciones exigieron

ajustes específicos en la planificación técnica, presupuestal o comunitaria. Como se muestra en la Tabla 19, se presentan tres casos representativos en los que fue necesario modificar la estrategia inicial para cerrar brechas críticas y garantizar la efectividad de la respuesta ante el riesgo.

Tabla 19

*Ajustes de estrategia frente a brechas identificadas en la gestión de riesgos*

<b>RIESGO</b>	<b>EST. ORIGINAL</b>	<b>BRECHA IDENTIFICADA</b>	<b>AJUSTE PRESUPUESTO</b>
<b>Corrosión por humedad</b>	Uso de pinturas epoxy	Degradación prematura (30% en 6 meses)	Reemplazo por acero inoxidable AISI 316.
<b>Bloqueos comunitarios</b>	Consultas previas trimestrales	Persistencia de protestas	Creación de un comité permanente de diálogo comunitario.
<b>Falta de mano de obra calificada</b>	Capacitación interna	Baja retención de personal (40% rotación)	Alianza con el SENA para formación técnica certificada.

*Nota:* Elaboración Propia

#### 4. Validación de Ajustes

**Pruebas piloto:** Implementar ajustes en fases limitadas del proyecto (ej: una bodega piloto) antes de escalar.

**Análisis de impacto financiero:** Calcular el costo-beneficio de los ajustes.

**Aprobación de comité de riesgos:** Validación final por un comité multidisciplinario (ingenieros, financistas, representantes legales).

#### 5. Actualización de Documentos

**Matriz de riesgos dinámica:** Revisión trimestral para incorporar nuevos riesgos y actualizar prioridades.

**Plan de gestión de riesgos:** Incluir lecciones aprendidas y protocolos ajustados.

**Comunicación a Stakeholders:** Reportes mensuales con avances y cambios implementados

#### **Fase 4. Monitoreo Y Control De Riesgos**

El éxito de proyectos complejos como la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA no solo radica en la identificación inicial de los riesgos, sino en la capacidad de monitorearlos y controlarlos de forma continua y adaptativa. Este capítulo, correspondiente a la cuarta fase del modelo de planificación integral, presenta un marco estructurado para el monitoreo y control de riesgos, con el fin de evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas y anticipar escenarios emergentes.

Basado en estándares internacionales como el PMBOK y la ISO 31000, y adaptado al contexto específico de Buenaventura, el capítulo expone herramientas clave para la vigilancia constante, el análisis de tendencias y la actualización dinámica de los planes de gestión. Los lineamientos aquí planteados buscan optimizar procesos, reducir la incertidumbre y asegurar la sostenibilidad operativa del proyecto.

#### ***Definición de lineamientos para el monitoreo y control de riesgos.***

Para garantizar la gestión proactiva y eficaz de los riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA, se establecen los siguientes lineamientos basados en estándares internacionales (PMBOK, ISO 31000) y adaptados al contexto local:

##### **1. Objetivo del Monitoreo y Control**

El monitoreo y control en la gestión de riesgos busca garantizar que las estrategias definidas sean efectivas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta fase permite identificar desviaciones, detectar nuevos riesgos emergentes y realizar ajustes oportunos en los planes de acción. La Tabla

20 presenta las actividades clave que deben realizarse durante esta fase para asegurar una gestión de riesgos dinámica, preventiva y adaptativa.

**Tabla 20**

*Actividades clave en la fase de monitoreo y ajuste del plan de gestión de riesgos*

<b>Verificar la efectividad</b>	de las estrategias de mitigación, transferencia, evitación y adaptación.
<b>Identificar nuevos riesgos</b>	emergentes durante la ejecución del proyecto.
<b>Ajustar planes de acción</b>	en función de cambios en el entorno o desviaciones en los indicadores clave.

*Nota:* Elaboración Propia

## 2. Roles y Responsabilidades

El éxito del monitoreo y control del riesgo depende de una asignación clara de responsabilidades entre los actores del proyecto. Cada rol debe estar vinculado a funciones específicas relacionadas con la supervisión, el reporte, la validación y el ajuste de estrategias. La Tabla 21 detalla los roles clave y sus responsabilidades dentro del proceso de gestión de riesgos, asegurando una estructura organizacional coherente y funcional.

**Tabla 21**

*Roles y responsabilidades en el monitoreo y control de riesgos*

<b>ROL</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>
<b>Director del Proyecto</b>	Supervisar la implementación de estrategias y aprobar ajustes en el plan de riesgos.
<b>Comité de Riesgos</b>	Revisar reportes mensuales, priorizar acciones y validar cambios en los protocolos.

<b>Contratistas</b>	Reportar incidentes, cumplir con protocolos de seguridad y calidad establecidos.
<b>Auditor Externo</b>	Evaluar independientemente el cumplimiento de estándares y la eficacia de controles.

*Nota:* Elaboración Propia.

#### 4. Herramientas y Técnicas

El monitoreo efectivo del plan de riesgos requiere el uso de herramientas tecnológicas y técnicas operativas que permitan recopilar, analizar y presentar información crítica de manera oportuna. Estas herramientas facilitan la toma de decisiones informada, el seguimiento en tiempo real de los indicadores clave y la respuesta ágil ante desviaciones. La Tabla 22 presenta las principales herramientas y técnicas utilizadas en el proceso de control de riesgos durante la ejecución del proyecto.

**Tabla 22**

*Herramientas y Técnicas*

<b>Tableros de Control Dinámico</b>	Uso de software para visualizar KPIs en tiempo real (ej: días perdidos, sobrecostos).
<b>Reuniones de Seguimiento</b>	<b>Semanal:</b> Revisión de avances con contratistas y proveedores.
	<b>Mensual:</b> Presentación de resultados al Comité de Riesgos.
<b>Tecnología de Monitoreo Remoto</b>	Sensores IoT para detectar condiciones ambientales (humedad, temperatura) y seguridad (movimiento en zonas restringidas).

*Nota.* Elaboración Propia

#### 5. Frecuencia de Evaluación.

Una gestión de riesgos efectiva requiere establecer una frecuencia clara para las actividades de monitoreo, de modo que se pueda realizar un seguimiento oportuno del desempeño del proyecto. La periodicidad de cada evaluación varía según el tipo de actividad, los indicadores involucrados y la criticidad de los riesgos asociados. La Tabla 23 resume la frecuencia con la que se deben llevar a cabo las principales actividades de control, junto con los indicadores clave que se espera evaluar en cada una.

**Tabla 23**

*Frecuencia de Evaluación*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INDICADORES EVALUADOS</b>
Auditorías técnicas	Bimestral	Calidad de materiales, avance físico, Uso del modelo BIM para supervisión técnica, coordinación de disciplinas y validación de avances físicos conforme al Plan de Ejecución BIM.
Simulaciones de Monte Carlo	Trimestral	Probabilidad de cumplir presupuesto y cronograma.
Encuestas a comunidades	Semestral	Percepción de seguridad y satisfacción con el proyecto.
Revisión de protocolos	Anual	Adaptación a nuevas normativas locales/internacionales.

*Nota:* Elaboración Propia

## **6. Protocolo para Ajustes en Estrategias**

Una vez identificado un riesgo crítico o una desviación significativa en la ejecución del proyecto, es fundamental activar un protocolo estructurado que permita responder de manera

oportuna y eficaz. Este protocolo debe contemplar desde la detección temprana del desvío hasta la implementación y validación de acciones correctivas. La Tabla 24 describe el procedimiento establecido para gestionar ajustes en las estrategias de mitigación, transferencia, evitación o adaptación, conforme a la evolución del proyecto y al análisis de causas raíz.

**Tabla 24**

*Protocolo para ajustes en estrategias.*

<b>Identificación de Desviaciones</b>	Si un riesgo supera el umbral aceptable (ej: retraso > 15%, sobrecostos > 20%), se activa una alerta.
<b>Análisis de Causa-Raíz</b>	Uso de diagramas de Ishikawa o <b>5 Whys</b> para determinar el origen del problema.
<b>Propuesta de Acciones</b>	El Comité de Riesgos prioriza soluciones (ej: renegociar contratos, implementar tecnología adicional).
<b>Implementación y Validación</b>	Pruebas piloto en fases específicas del proyecto antes de escalar la solución.

*Nota:* Elaboración Propia

## 7. Documentación y Reportes

El registro sistemático de los riesgos y las acciones asociadas es una práctica esencial para asegurar la trazabilidad de decisiones, facilitar la rendición de cuentas y fortalecer la gestión del conocimiento organizacional. Esta documentación no solo permite evaluar el avance del proyecto, sino también retroalimentar futuros ciclos de planificación. La Tabla 25 presenta los principales instrumentos utilizados para documentar, reportar y almacenar la información relacionada con la gestión de riesgos en el marco del proyecto.

**Tabla 25***Documentación y Reportes.*

<b>Bitácora de Riesgos</b>	Registro digital de incidentes, acciones tomadas y lecciones aprendidas.
<b>Reportes Ejecutivos</b>	Estado actual de riesgos priorizados (verde/amarillo/rojo).
	Costos incurridos en mitigación.
	Pronósticos actualizados mediante análisis de Monte Carlo.
<b>Archivo Histórico</b>	Almacenar datos para mejorar la planificación de futuros proyectos.

*Nota:* Elaboración Propia

## 8. Comunicación con Stakeholders

Una estrategia efectiva de gestión de riesgos requiere una comunicación clara, segmentada y oportuna con los actores clave del proyecto. Adaptar el mensaje según el tipo de Stakeholders permite fortalecer la confianza, anticipar conflictos y fomentar la colaboración. La Tabla 26 presenta los principales mecanismos utilizados para informar y mantener una comunicación fluida con los grupos de interés, incluyendo inversores, comunidades locales y miembros del equipo técnico.

**Tabla 26***Comunicación con Stakeholders*

<b>Informes personalizados:</b>	<b>Inversores:</b> Enfoque en impacto financiero y cumplimiento de plazos.
	<b>Comunidades locales:</b> Transparencia en manejo ambiental y beneficios sociales.
<b>Plataforma colaborativa</b>	Uso de herramientas como <b>Microsoft Teams</b> o <b>Slack</b> para compartir actualizaciones en tiempo real.

*Nota:* Elaboración Propia

## 9. Validación con Entidades Externas.

La gestión integral de riesgos no solo depende de los mecanismos internos del proyecto, sino también de su articulación con instituciones externas que contribuyen a garantizar la transparencia, el cumplimiento normativo y la seguridad operativa. En ese sentido, se han establecido mecanismos de validación técnica y estratégica con actores clave. La Tabla 27 detalla las principales acciones de verificación realizadas con entidades externas, incluyendo certificaciones, auditorías y espacios de coordinación institucional.

**Tabla 27**

*Validación entidades externas.*

<b>Certificaciones periódicas:</b>	Renovación anual de la certificación ISO 31000 (gestión de riesgos).
	Auditorías por parte de la ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia) para garantizar estándares de calidad.
<b>Diálogo con autoridades:</b>	Reuniones trimestrales con la Alcaldía de Buenaventura y la Policía Nacional para alinear estrategias de seguridad.

*Nota:* Elaboración Propia

## CONCLUSIONES

La presente investigación permitió demostrar la relevancia y aplicabilidad de un modelo integral de gestión de riesgos en la construcción de bodegas al interior de la Zona Franca CELPA, considerando las particularidades técnicas, geográficas, sociales y logísticas del entorno. La aplicación del análisis de Monte Carlo fue fundamental para cuantificar la incertidumbre asociada a los riesgos más críticos del proyecto, permitiendo incorporar variables externas como eventos climáticos y situaciones de orden público, así como factores internos relacionados con la calidad constructiva y la compatibilidad de sistemas. Los resultados de la simulación revelaron un incremento potencial del 35 % en los costos del proyecto y una extensión de hasta 2,8 meses en su duración estimada, lo cual evidencia la importancia de integrar análisis probabilísticos desde las etapas iniciales de planificación.

Asimismo, se identificaron como variables de mayor impacto los eventos de lluvia intensa, fallas en la calidad de materiales y alteraciones en el orden público, reafirmando la necesidad de adaptar los modelos de gestión de riesgos a contextos específicos como el de Buenaventura. La construcción de una matriz de riesgos cualitativa facilitó la clasificación y visualización de riesgos internos y externos, y permitió comprender mejor su frecuencia de ocurrencia e impacto potencial.

Por su parte, la aplicación del método AHP (Analytic Hierarchy Process) permitió jerarquizar los riesgos mediante criterios técnicos, financieros, logísticos y de seguridad, brindando una estructura lógica y objetiva para la toma de decisiones. El análisis comparativo entre riesgos y subcategorías aportó un enfoque multicriterio sólido, evidenciando que los riesgos externos tienen un peso determinante en la ejecución del proyecto.

La implementación de herramientas cuantitativas como Monte Carlo fortaleció la capacidad predictiva del modelo propuesto, aportando justificaciones técnicas para la definición de márgenes de contingencia tanto financieros como temporales. Esta información facilita decisiones más informadas y estratégicas en la dirección del proyecto, respaldadas por métricas precisas de probabilidad e impacto.

De igual forma, el análisis causa-raíz mediante el diagrama de espina de pescado proporcionó una comprensión integral de las causas estructurales asociadas a retrasos y sobrecostos, permitiendo diseñar estrategias específicas de respuesta. La clasificación de estrategias en categorías como mitigación, transferencia, evitación y adaptación, aportó un marco estructurado para abordar los riesgos identificados de forma contextualizada y efectiva.

En términos operativos, el enfoque sistemático adoptado permitió integrar variables técnicas, logísticas y sociales en la formulación de estrategias de gestión de riesgos, haciendo énfasis en la necesidad de fortalecer la capacitación de los equipos de obra en herramientas de análisis y mejora continua. Además, se plantea como fundamental la consolidación de alianzas estratégicas con proveedores, autoridades locales y actores comunitarios para lograr una implementación eficaz de las medidas de prevención y mitigación.

Como parte del modelo de mejora continua, se propone integrar desde el inicio del proyecto mecanismos de monitoreo y evaluación de la efectividad de las estrategias adoptadas, tales como auditorías técnicas periódicas y simulaciones recurrentes. Igualmente, se recomienda la actualización periódica de la matriz de riesgos y del plan de gestión, de modo que se incorporen los aprendizajes generados en el transcurso del proyecto y se adapten a nuevos escenarios.

Finalmente, se destaca la importancia de fomentar la adopción gradual de tecnologías como BIM y metodologías como Lean Construction, acompañadas de programas de formación y

seguimiento, que fortalezcan la capacidad adaptativa y la eficiencia del sistema de gestión. El proceso de validación continúa propuesto contribuye a generar una cultura organizacional orientada a la mejora permanente durante todo el ciclo de vida del proyecto.

## RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos de esta investigación, se formulan las siguientes recomendaciones con el fin de fortalecer la gestión de riesgos en proyectos logísticos e industriales en contextos complejos como la Zona Franca CELPA:

Se recomienda replicar esta metodología en otros proyectos logísticos o industriales en entornos similares, con el fin de generar una base de datos regional sobre el comportamiento y la recurrencia de riesgos, lo cual podría ser valioso para futuras planificaciones públicas o privadas en Buenaventura y el Pacífico colombiano. Aplicar la metodología desarrollada en otras iniciativas permitirá validar su aplicabilidad y robustez frente a diferentes contextos operativos.

Se sugiere integrar modelos predictivos con herramientas de inteligencia artificial para mejorar la precisión del análisis de riesgos y fortalecer la toma de decisiones estratégicas. Asimismo, establecer un sistema de monitoreo continuo que retroalimente el modelo con datos reales durante la ejecución del proyecto contribuirá a su mejora progresiva.

Desarrollar herramientas de visualización accesibles para los distintos actores del proyecto facilitará la interpretación de resultados y permitirá tomar decisiones correctivas oportunas. En paralelo, es fundamental fortalecer la capacitación de los equipos de obra en herramientas de análisis de riesgos y metodologías de mejora continua, promoviendo así una cultura preventiva.

También se recomienda consolidar alianzas estratégicas con proveedores, autoridades locales y entidades comunitarias para la implementación efectiva de estrategias de mitigación y prevención. Desde el inicio del proyecto, deben integrarse mecanismos de seguimiento como reuniones semanales y auditorías técnicas, que permitan evaluar la efectividad de las estrategias implementadas.

Actualizar periódicamente la matriz de riesgos y el plan de gestión permitirá incorporar aprendizajes y anticipar nuevos escenarios. Igualmente, promover la adopción gradual de tecnologías como BIM y Lean Construction, acompañadas de formación técnica, facilitará la transición hacia una gestión más eficiente y proactiva.

Adicionalmente, se recomienda implementar plataformas colaborativas que favorezcan la comunicación en tiempo real entre los distintos actores del proyecto. Desarrollar planes de acción específicos para riesgos emergentes, con protocolos claros de activación y evaluación, será clave para una respuesta oportuna.

La documentación detallada de riesgos, incidentes y lecciones aprendidas debe formar parte del sistema de gestión del conocimiento del proyecto. Se sugiere aplicar el modelo desarrollado en fases piloto dentro de CELPA, comparando sus resultados con proyectos similares que no implementen este enfoque.

Por último, complementar el modelo con herramientas digitales como plataformas BIM e IoT permitirá el monitoreo en tiempo real de variables críticas (clima, seguridad, avance de obra), mejorando la capacidad de reacción ante eventos imprevistos. Documentar y adaptar el modelo para otros entornos logísticos y portuarios del Valle del Cauca, especialmente en Zonas Francas, contribuirá a su validación externa y a la mejora continua en la planificación de proyectos en territorios vulnerables. Se recomienda evaluar la implementación progresiva del enfoque Integrated Project Delivery (IPD), (Entrega Integrada de Proyectos), como una estrategia orientada a mejorar la articulación entre los diferentes actores del proyecto, incluyendo propietarios, diseñadores, contratistas y entidades regulatorias; desde las etapas tempranas de planificación. Esta metodología, basada en principios Lean, promueve la toma de decisiones colaborativas, la transparencia en la información y la asignación compartida de riesgos y beneficios, factores clave

para enfrentar con mayor eficacia los desafíos técnicos, logísticos y sociales propios de entornos como la Zona Franca CELPA y otras zonas francas del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astorga, A., & Rivero, P. (2009). Diplomado en gestión de riesgos dirigido a docentes. Módulo III – Sección V: Causas, identificación y posibles soluciones para las fisuras. Universidad de los Andes.

Benavides Gómez, C. (2016). Gestión de riesgos en proyectos de construcción: aplicación de las guías del PMI para la coordinación integral de proyectos. Universidad Nacional de Colombia.

Benavides Gómez, J. C. (2016). Implementación de buenas prácticas de dirección de proyectos del PMI en obras civiles. Universidad Nacional de Colombia.

Benavides Gómez, M. A. (2016). Diseño de gestión de proyectos bajo la guía metodológica del Project Management Institute, Inc. (PMI®) para la empresa Mabego S.A.S. [Trabajo de grado, Universidad EAFIT].

Cantarelli, C. C., Flyvbjerg, B., van Wee, B., & Molin, E. (2012). Factors influencing cost overruns in transport infrastructure projects: Cost analysis based on 258 projects. *Transportation Research Part A*, 52, 1–11.

Chin Hon Sin, H., Ting Sim Nee, T., & Lee Yee Yong, L. Y. (2024). Quality management challenges in construction projects: Investigating factors, measures, and the role of material quality control. *Planning Malaysia: Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 22(3), 63–78.

Consejo Colombiano de Seguridad. (2023). Guía técnica para la gestión de riesgos laborales y ambientales en obras civiles. <https://www.ccs.org.co>

Gachie, W. (2017). Project risk management: A review of an institutional project life cycle. *Risk Governance and Control: Financial Markets & Institutions*, 7(4-1), 163–173. <http://doi.org/10.22495/rgc7i4c1art8>

Grimm, C. T. (1987). *Masonry cracks: A review of the literature*. ASTM Special Technical Publication 1014.

IDEAM. (2021). *Atlas climatológico de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

IDU. (2016). *Contrato IDU 1116: Informe de riesgo financiero y de incumplimiento a proveedores*. Bogotá, Colombia.

Issa, M. A. (1999). Investigation of cracking in concrete bridge decks at early ages. *Journal of Bridge Engineering*, 4(2), 116–124. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0702\(1999\)4:2\(116\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0702(1999)4:2(116))

Khotiaintsev, S., & Timofeyev, V. (2022). Assessment of cracking in masonry structures based on the breakage of ordinary silica-core silica-clad optical fibers. *Applied Sciences*, 12(14), 6885. <https://doi.org/10.3390/app12146885>

León, G. E., & Restrepo, M. (2022). Criterios para la planeación de centros de distribución. *Revisión bibliométrica. En-Contexto*, 10(17), 123-145. <https://doi.org/10.53995/23463279.1167>

Ling, M., & Nabulsi, N. (2021). Causes of early-age cracking in concrete: A systematic review. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 15(10), 873–888.

Lipin, A., Bashirzade, S., Hajiyev, M., & Garibov, R. (2025). Impact of design and construction errors on the structural reliability of steel industrial buildings. *RT&A*, (82), 1–15.

López Mendoza, J. (2005). Análisis de riesgos en instalaciones logísticas y de almacenamiento. *Revista Ingeniería y Desarrollo*, 23(2), 45–59.

Lopez Mendoza, E. G. (2005). Diseño de una bodega de almacenamiento para una empresa distribuidora de bebidas carbonatadas y cerveza [Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería].

Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 14(27), 117-151. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.27.6>

NYSDOT. (2014). Risk management for project development guide (Appendix 15). New York State Department of Transportation.

National Institute of Standards and Technology. (2004). Best practices for fire protection of structural steel in buildings. <https://www.nist.gov>

New York State Department of Transportation. (2014). Risk management for project development guide (Appendix 15). NYSDOT.

Núñez López, J. R. (2021). Plan de gestión del proyecto de diseño y construcción del centro de distribución norte Induveca, La Vega [Proyecto final de graduación, Universidad para la Cooperación Internacional].

Olawale, Y., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: Inhibiting factors and mitigating measures. *International Journal of Project Management*, 28(6), 509–521.

Opatha, H. H. D. N. P., Kad, O., & Perera, G. D. N. (2024). Construction industry and human resource management: A conceptual study. *\*Sri Lankan Journal of Human Resource Management\**, 14(2), 64–89.

Oviedo Martínez, L. J. (2011). Bodegas de gran formato en el centro logístico del Eje Cafetero [Informe de práctica académica, Universidad Católica de Pereira].

Peansupap, V., & Ly, R. (2015). Evaluating the impact level of design errors in structural and other building components in building construction projects in Cambodia. *Procedia Engineering*, 123, 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.049>

Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.). Project Management Institute.

Redalyc. (2020). Riesgo de dificultad financiera o insolvencia del contratista EPC en proyectos complejos. *Revista Derecho & Sociedad*, 55.

Rudelli, J., Ramírez, P., & Gómez, L. (2018). Factores de retraso en proyectos de construcción: una revisión crítica de la literatura. *Revista Ingeniería Civil*, 34(2), 15–28.

Rudelli, N., Viles, E., González, J., & Santilli, A. (2018). Causas de retrasos en proyectos de construcción: Un análisis cualitativo. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 16, 83-84.

Rudelli, P., Sánchez, L., & Gómez, A. (2018). Identificación y análisis de riesgos en obras civiles. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2), 125-136.

Ruiz Jiménez, C. A. (2019). Estudio del desempeño en la etapa de diseño de las empresas del sector de la construcción en Buenaventura [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana Cali].

Salazar Alzate, W. A. (2022). Creación de plan de dirección del proyecto de comercialización y construcción de bodegas industriales en el municipio de Pereira en el año 2021, caso 'Parque Industrial El Otoño' [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira].

Sandoval Acevedo, M. C., & Escobar Salas, M. E. (2021). Implementación de un modelo de planeación estratégica para una empresa de servicios de construcción. *Revista CIFE*, 23(38). <https://doi.org/10.15332/22484914.6133>

Sarmiento-Rojas, J. A., Hernández-Carrillo, C. G., & Güiza-Pinzón, F. D. (2023). Complejidad en proyectos: generación de un modelo en el sector de la construcción colombiano. *Revista Científica*, 47(2), 25-38. <https://doi.org/10.14483/23448350.20386>

Sánchez-Bedoya, N., Núñez-Rodríguez, J., & Villa-Marulanda, M. (2023). Causas de las desviaciones entre los presupuestos proyectados y reales: Análisis bibliométrico. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 8(15), 1-14. <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.15.2023.10098>

Sánchez-Bedoya, W. F., Núñez-Rodríguez, A. G., & Villa-Marulanda, J. E. (2023). Gestión financiera y riesgos contractuales en proyectos de infraestructura. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 18(2), 45–61.

Torres-Matos, R. (2021). Gestión de riesgos en la construcción de obras civiles: diagnóstico y propuesta metodológica para proyectos en Colombia. Universidad de los Andes.

Torres Matos, A. P. (2021). La gestión de riesgos y el éxito de los proyectos de construcción de Lima Metropolitana, 2019 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5145>

Torres-Matos, D. (2021). Propuesta metodológica para la gestión de riesgos en proyectos de construcción en entornos urbanos [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia].

UNGRD. (2014). Informe auditoría pagos a contratistas y proveedores. Oficina de Control Interno, Colombia.

Vargas González, S. (2024). Plan de gestión de proyectos: Diseño y construcción de una bodega para el almacenamiento de productos médicos en zona franca [Proyecto final de graduación, Universidad para la Cooperación Internacional].

Zhang, X., Wang, Y., & Li, J. (2023). Review on the mechanism and mitigation of cracks in concrete. *Construction and Building Materials*, 371, 130–142.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130142>

## ANEXOS

## ANEXO 1

## CRITERIOS DE SELECCIÓN EXPERTOS

Este anexo detalla los criterios utilizados para la selección de los expertos participantes en el proceso de identificación y evaluación de riesgos. Los criterios se definieron con base en la experiencia profesional, formación académica, conocimiento del contexto de la Zona Franca CELPA y participación previa en proyectos de infraestructura similares. La rigurosa selección buscó asegurar la validez técnica y contextual de los juicios emitidos durante las fases cualitativas y cuantitativas del modelo de gestión de riesgos.

ITEM	NOMBRE	PROFESION	NIVEL ACADEMICO	AÑOS DE EXPERIENCIA	SECTOR EN EL QUE SE DESEMPEÑA	CRITERIO DE SELECCIÓN
1	Edwin Bueno Loaiza	Arquitecto	Maestría en Planeación Urbana y Regional. Especialización en cooperación internacional	30	Curador urbano 2 del distrito de Buenaventura, consultor	El arquitecto se erige como un pilar fundamental en la investigación, gracias a su extensa experiencia en docencia, consultoría y desarrollo urbano en Buenaventura. Ha ejercido su labor como asesor de la Alcaldía, contribuyendo a la elaboración de planes parciales, como el de CELPA, y en la actualidad ocupa el cargo de Curador Urbano 2 del Distrito. Su profundo conocimiento en normativa, planificación urbana y los desafíos locales lo convierte en un aliado esencial para diseñar una metodología de gestión de riesgos en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. Esto garantiza que el modelo propuesto sea no solo aplicable y efectivo, sino también coherente con las características del territorio.
2	Alexander Iturre Campiño	Arquitecto, Topógrafo	Maestría en arquitectura y urbanismo con énfasis en Bioclimática	25	Docente universitario, Consultoría y Construcción	El arquitecto, oriundo de Buenaventura, ha centrado su carrera en el desarrollo urbano, desempeñando roles tanto en el sector público como en el privado. Se ha especializado en el diseño y la construcción de proyectos dentro del distrito, lo que le ha brindado un profundo conocimiento del contexto normativo, técnico y logístico de la construcción en la región. Su amplia experiencia en la planificación y ejecución de proyectos lo posiciona como un aliado fundamental en la implementación del modelo de gestión de riesgos para la edificación de bodegas. Además, su comprensión de las particularidades del territorio, los retos urbanos y las normativas locales contribuirá a fortalecer este enfoque y a asegurar su efectividad en la Zona Franca CELPA.
3	Jose Gregorio Tejada Cabrera	Arquitecto	Especialización en Derecho U	36	Consultoría y Construcción	El arquitecto, originario de Barranquilla y residente en Buenaventura desde hace 34 años, cuenta con una sólida trayectoria en la planificación y gestión urbana del distrito. Su experiencia en la Secretaría de Tránsito, así como su labor como Curador Urbano durante 16 años, le ha brindado un profundo conocimiento del marco normativo, los procesos constructivos y los retos logísticos que enfrenta la ciudad. En la actualidad, se desempeña como consultor y constructor en proyectos residenciales y logísticos, aportando su experiencia fundamental para el desarrollo de un modelo de gestión de riesgos en la construcción de bodegas, asegurando que este se ajuste a las condiciones reales y a la normativa vigente en la Zona Franca CELPA.

4	Iván Andrés Cruz Sepulveda	Ingeniero Civil	Maestría en Ingeniería civil, énfasis en Gerencia de Construcciones (en curso)	12	Consultoría y Construcción	El ingeniero civil, originario de Bucaramanga y radicado en Buenaventura, cuenta con 12 años de experiencia en la construcción de proyectos logísticos en el área de influencia de la investigación. Su conocimiento técnico, junto con su experiencia en el desarrollo de infraestructura en la región, le permite comprender los retos operativos, normativos y ambientales que impactan la construcción de bodegas. Además, es conocedor de las problemáticas de la ciudad y de la deficiencia de la mano de obra local, lo que le permite aportar una visión estratégica para mitigar riesgos asociados a la disponibilidad y capacitación del recurso
5	Gustavo Adolfo Monsalve Vergara	Ingeniero Civil		27	Consultoría y Construcción (específicamente en diseño, fabricación y montaje estructuras metálicas).	El ingeniero civil, originario de Santa Rosa de Cabal y graduado de la Universidad del Valle en Cali, cuenta con una destacada trayectoria en el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas. A lo largo de su carrera, ha llevado a cabo importantes proyectos en Buenaventura, colaborando con reconocidas empresas a nivel nacional, como Gilberto Areiza Palma y Asociados, Estrumetal y Diconsultoría. Su participación en iniciativas de gran envergadura, entre las que se incluye el diseño del Centro Administrativo Municipal de Armenia y la construcción de bodegas en el Valle del Cauca, particularmente en Buenaventura, ha enriquecido su experiencia en infraestructura logística e industrial. Gracias a su especialización en estructuras metálicas y su profundo conocimiento del entorno constructivo de la región, se presenta como un aliado estratégico en el desarrollo de modelos de gestión de riesgos, asegurando que las soluciones propuestas sean eficientes, viables y adaptadas a las condiciones locales de la Zona Franca CELPA.

## ANEXO 2

### CUESTIONARIO EXPERTOS, RIESGOS INTERNOS

Este anexo presenta el cuestionario aplicado a los expertos para la identificación y evaluación cualitativa de los riesgos internos asociados a la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. El instrumento fue diseñado para calificar la probabilidad e impacto de cada riesgo identificado, utilizando una escala ordinal previamente validada. La información recolectada fue empleada como base para la construcción de la matriz de riesgos internos.

RIESGOS INTERNOS		PROBABILIDAD					IMPACTO					COMENTARIO DEL EXPERTO
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>1</b>	<b>RIESGOS TÉCNICOS Y DE DISEÑO</b>											
1.1	Errores en planos y especificaciones que generen reprocesos.											
1.2	Diseño inadecuado de cimentaciones por falta de estudios geotécnicos precisos.											
1.3	Fallas en la integración de sistemas estructurales y de instalaciones (eléctricas, hidráulicas y mecánicas).											
1.4	Deficiencias en el diseño de estructuras metálicas que afecten la estabilidad de la bodega.											
1.5	Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos (concreto, acero, cerramientos, cubiertas).											
1.6	Descoordinación interdisciplinar (arquitectónica, estructural, eléctrica, sanitaria).											
1.7	Falta de asistencia a los comités de obra o ausencia en su realización											
1.8	Fallos en la mampostería, mala adherencia y fisuras en muros portantes y/o de cerramiento											
1.9	Deficiencias en cubierta y canales: filtraciones en cubiertas y canales											
1.10	Deficiencias en acabados: mala nivelación de pisos industriales, mala aplicación de pinturas, errores en juntas de dilatación											
1.11	Errores en el curado y fraguado del concreto: fisuración prematura o baja resistencia											
1.12	Problemas de control de calidad: falta de pruebas materiales (compactación suelos, resistencia concretos, ensayos soldadura, espesores pintura)											
1.13	Diseño deficiente en protección contra incendios											
<b>2</b>	<b>RIESGOS DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN</b>											
2.1	Mala planificación de actividades que cause retrasos en el cronograma.											
2.2	Falta de coordinación entre contratistas y proveedores, afectando la continuidad de la obra.											
2.3	Falta de un plan de contingencia: ausencia de estrategias para mitigar impactos de retrasos, fallas técnicas o problemas externos											
2.4	Resistencia al cambio: en la adopción de metodologías BIM y LEAN construction											
2.5	Deficiencias en la gestión documental (licencias, permisos, contratos).											
2.6	Desconocimiento o incumplimiento en la certificación Retie											
2.7	Desconocimiento o incumplimiento de normativas locales.											
2.8	Desconocimiento o incumplimiento de normativas de la Zona Franca Celpa (manual de construcción)											
2.9	Cambio de alcance del proyecto sin una gestión adecuada, generando sobrecostos.											

RIESGOS INTERNOS		PROBABILIDAD					IMPACTO					COMENTARIO DEL EXPERTO
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>3</b>	<b>RIESGOS DE RECURSOS HUMANOS</b>											
3.1	Falta de mano de obra calificada, afectando la calidad y el ritmo de la construcción.											
3.2	Altos índices de rotación de personal, afectando la continuidad del proyecto.											
3.3	Deficiencias en la capacitación en procedimientos técnicos.											
3.4	Deficiencias en la supervisión: reduce la eficiencia de las actividades programadas											
3.5	Incumplimiento en los horarios: afectando la planificación de las actividades											
3.6	Incumplimiento de contratos laborales: demandas o sanciones legales											
3.7	Incumplimiento en los pagos o el no pago de prestaciones											
3.8	Falta de comunicación efectiva entre la dirección y operarios											
3.9	Baja productividad y rendimiento de la mano de obra por desmotivación o malas condiciones laborales.											
<b>4</b>	<b>RIESGOS DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>											
4.1	Deficiencia en la calidad de los materiales usados en la construcción.											
4.2	Fallas en la logística de abastecimiento e ingreso de materiales a la Zona Franca generando retrasos en la obra.											
4.3	Errores en la planificación de compras											
4.4	Manejo inadecuado de materiales, provocando desperdicio y sobrecostos.											
4.5	Fallas o averías en equipos y maquinaria por mantenimiento deficiente.											
4.6	Escasez de maquinaria especializada											
4.7	Falta de operadores capacitados en maquinaria pesada											
4.8	Materiales defectuosos o fuera de las especificaciones: afectando la calidad de la construcción											
4.9	Falta de certificación o pruebas de calidad de los productos											
4.10	Falta de proveedores especializados en la ciudad											
4.11	Pérdida o robo de materiales y herramientas dentro del sitio de obra.											

RIESGOS INTERNOS		PROBABILIDAD					IMPACTO					COMENTARIO DEL EXPERTO
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>5</b>	<b>RIESGOS FINANCIEROS Y CONTRACTUALES</b>											
5.1	Sobrecostos en materiales y mano de obra por una mala gestión de compras.											
5.2	Aumento inesperado de precios: en materiales y equipos afectando la rentabilidad del proyecto											
5.3	Sobrecostos por ineficiencia en la construcción											
5.4	Pagos no planificados o adiciones a contratistas											
5.5	Retrasos en el desembolso por parte del contratante: afectando la continuidad de la obra											
5.6	Manejo inadecuado del flujo de caja											
5.7	Clausulas contractuales ambiguas o mal definidas											
5.8	Quiebra de proveedores o contratistas claves: afectando el suministro o la ejecución del proyecto											
5.9	Incumplimiento de garantías y pólizas por parte del contratista o aseguradoras											
5.10	Dependencia de financiamiento externo: aumentando las probabilidades de endeudamiento											
5.11	Demandas por daños a terceros											
5.12	Multas por incumplimiento a normativas											
5.13	Incremento en costos por transporte											
5.14	Falta de control financiero: errores en flujo de caja o gestión de pagos a proveedores y contratistas											
5.15	Incumplimiento de pagos a contratistas y proveedores, afectando el avance de la obra.											
5.16	Errores en la estimación del presupuesto, generando insuficiencia de recursos.											
<b>6</b>	<b>RIESGOS DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE</b>											
6.1	Ausencia de protocolos de seguridad											
6.2	Caidas desde alturas: (cubierta, estructura, andamios)											
6.3	Electrocuciones: por instalaciones defectuosas											
6.4	Exposición a sustancias tóxicas. (pinturas,											
6.5	Lesiones por manipulación de equipos y herramientas sin los elementos de protección											
6.6	Deficiente señalización en áreas de riesgo											
6.7	Jornadas laborales excesivas											
6.8	Estrés laboral: sobre carga de trabajo por presión o plazos de entrega muy ajustados											
6.9	Ruido excesivo											
6.10	Uso ineficiente del agua y energía: afectando la sostenibilidad del proyecto											
6.11	Falta de capacitación al personal: en riesgos laborales y elementos de protección personal (EPP)											
6.12	Deficiencias en el plan de emergencias y evacuación: afectando la respuesta ante cualquier accidente grave											
6.13	Accidentes laborales por incumplimiento de normas de seguridad.											
6.14	Manejo inadecuado de residuos de construcción, generando sanciones ambientales.											
6.15	Exposición de trabajadores a condiciones climáticas adversas, afectando su salud.											
6.16	Contaminación del suelo y cuerpos de agua por malas prácticas constructivas.											

### **ANEXO 3**

#### **CUESTIONARIO EXPERTOS, RIESGOS EXTERNOS**

Este anexo contiene el cuestionario dirigido a expertos para la identificación y evaluación cualitativa de los riesgos externos que pueden afectar la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. El instrumento permitió valorar la probabilidad e impacto de cada riesgo externo mediante una escala estandarizada, sirviendo como insumo principal para la elaboración de la matriz de riesgos externos del proyecto.

RIESGOS EXTERNOS		PROBABILIDAD					IMPACTO					COMENTARIO DEL EXPERTO
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>1</b>	<b>RIESGOS GEOGRÁFICOS Y AMBIENTALES</b>											
1.1	Sismicidad elevada en Buenaventura.											
1.2	Ubicación en zona de difícil acceso: afectaciones por logística de personal y materiales											
1.3	Altos niveles freáticos: complicando excavaciones y aumentado los costos de cimentación											
1.4	Deslizamientos de tierra por suelo inestable (cimentaciones profundas)											
1.5	Alta presencia de lluvia: afectando el cronograma de obra											
1.6	Generación de escombros y residuos de construcción											
1.7	Condiciones del suelo y riesgo de licuación.											
1.8	Altos niveles de humedad y corrosión.											
<b>2</b>	<b>RIESGOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS</b>											
2.1	Variabilidad en los costos de materiales.											
2.2	Aumento de impuestos o aranceles a materiales y equipos											
2.3	Crisis en el sector de la construcción: reduciendo la oferta de contratistas y proveedores											
2.4	Competencia desleal: afectando el costo de los insumos											
2.5	Fluctuaciones del precio del petróleo: afectando costos de transporte											
2.6	Riesgo de crisis bancaria: limitando acceso a crédito y encareciendo el endeudamiento											
2.7	Inflación y devaluación de la moneda.											
2.8	Crisis en el sector logístico y escasez de insumos en sitio.											
2.9	Riesgo de quiebra de contratistas o proveedores.											
<b>3</b>	<b>RIESGOS POLÍTICOS Y REGULATORIOS</b>											
3.1	Cambios en normativas de construcción y seguridad.											
3.2	Demoras en los trámites ante la empresa prestadora del servicio de energía											
3.3	Prácticas de corrupción para la obtención de permisos y licencias											
3.4	Exigencia de pagos informales para agilizar trámites legales y/o administrativos											
3.5	Nuevas normas ambientales: medidas adicionales de mitigación											
3.6	Reformas fiscales: afectando costos de operación											
3.7	Revocación de permisos aprobados: sobrecostos legales											
3.8	Intervención de organismos de control: exigiendo cumplimiento y reprocesos administrativos											
3.9	Demoras en la obtención de licencias y permisos.											
3.10	Intervención de organismos gubernamentales o fiscalización excesiva.											
3.11	Demoras en la aprobación de ingresos por parte de la Zona Franca											
3.12	Restricciones ambientales y normativas de impacto.											

RIESGOS EXTERNOS		PROBABILIDAD					IMPACTO					COMENTARIO DEL EXPERTO
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>4</b>	<b>RIESGOS SOCIALES Y LABORALES</b>											
4.1	Protestas o bloqueos de comunidades locales.											
4.2	Reclamos por afectación a vecinos											
4.3	Movimientos sindicales que afecten el desarrollo de la obra											
4.4	Enfermedades ocupacionales por exposición frecuente a polvo e inclemencias climáticas											
4.5	Falta de mano de obra calificada en la región.											
4.6	Altos índices de informalidad laboral.											
4.7	Inseguridad y riesgo de robos.											
<b>5</b>	<b>RIESGOS LOGÍSTICOS Y DE INFRAESTRUCTURA</b>											
5.1	Congestión portuaria y retrasos en importación de insumos: retrasando entrega de materiales											
5.2	Congestión vehicular en vías de acceso: retrasando entrega de materiales											
5.3	Robos a cableados redes de telecomunicaciones: afectando las comunicaciones de la obra											
5.4	Deficiencias en la seguridad perimetral de la Zona Franca											
5.5	Escasez de insumos esenciales como el cemento, acero o combustibles											
5.6	Deficiencias en la red vial de acceso.											
5.7	Cortes en el suministro de energía o agua.											
5.8	Dificultades en la disposición final de residuos.											
<b>6</b>	<b>RIESGOS DE SEGURIDAD Y ORDEN PÚBLICO</b>											
6.1	Presencia de grupos armados y economías ilícitas.											
6.2	Extorsión y cobro de "vacunas" por grupos o personas al margen de la ley											
6.3	Secuestro o amenaza a directivos del proyecto											
6.4	Deficiencia en la presencia de autoridades policiales y militares en la zona											
6.5	Deficiencia en la iluminación del parque logístico											
6.6	Debil capacidad de reacción por parte de las autoridades policiales, militares o cuerpos de bomberos ante cualquier siniestro											
6.7	Paros y disturbios que afecten el sector de la construcción.											
6.8	Riesgo de corrupción o sobornos.											

## ANEXO 4

### MATRIZ DE RIESGOS. EVALUACIÓN CUALITATIVA. RIESGOS INTERNOS

Este anexo presenta la matriz de evaluación cualitativa de los riesgos internos identificados en la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. La evaluación se realizó mediante juicio de expertos, considerando criterios de probabilidad e impacto (PXI), asignados por cinco profesionales con experiencia en proyectos similares. Los valores fueron promediados para

determinar el nivel de riesgo de cada ítem, el cual se categoriza en bajo, moderado o alto, de acuerdo con su puntuación. Esta herramienta sirvió como base para la priorización de riesgos y el diseño de estrategias de respuesta.

<b>RIESGOS INTERNOS</b>		PXI Jose	PXI Alex	PXI Edwin	PXI Ivan	PXI Gustavo	<b>PXI promedio</b>	NIVEL DE RIESGO	COLOR MATRIZ
<b>1</b>	<b>RIESGOS TÉCNICOS Y DE DISEÑO</b>								
1.1	Errores en planos y especificaciones que generen reprocesos.	10	12	9	9	9	9,8	MODERADO	
1.2	Diseño inadecuado de cimentaciones por falta de estudios geotécnicos precisos.	8	20	5	1	5	7,8	MODERADO	
1.3	Fallas en la integración de sistemas estructurales y de instalaciones (eléctricas, hidráulicas y mecánicas).	4	8	9	9	9	7,8	MODERADO	
1.4	Deficiencias en el diseño de estructuras metálicas que afecten la estabilidad de la bodega.	4	15	12	12	12	11	MODERADO	
1.5	Falta de compatibilidad entre sistemas constructivos (concreto, acero, cerramientos, cubiertas).	16	6	12	12	12	11,6	ALTO	
1.6	Descoordinación interdisciplinar (arquitectónica, estructural, eléctrica, sanitaria).	9	6	12	12	12	10,2	MODERADO	
1.7	Falta de asistencia a los comités de obra o ausencia en su realización	4	12	15	3	15	9,8	MODERADO	
1.8	Fallos en la mampostería, mala adherencia y fisuras en muros portantes y/o de cerramiento	12	6	8	8	8	8,4	MODERADO	

1.9	Deficiencias en cubierta y canales: filtraciones en cubiertas y canales	6	12	10	2	10	8	MODERADO	
1.10	Deficiencias en acabados: mala nivelación de pisos industriales, mala aplicación de pinturas, errores en juntas de dilatación	16	8	8	8	8	9,6	MODERADO	
1.11	Errores en el curado y fraguado del concreto: fisuración prematura o baja resistencia	8	6	10	2	10	7,2	MODERADO	
1.12	Problemas de control de calidad: falta de pruebas materiales (compactación suelos, resistencia concretos, ensayos soldadura, espesores pintura)	16	25	10	2	10	12,6	ALTO	
1.13	Diseño deficiente en protección contra incendios	10	16	4	4	4	7,6	MODERADO	
2	<b>RIESGOS DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN</b>								
2.1	Mala planificación de actividades que cause retrasos en el cronograma.	9	6	12	12	12	10,2	MODERADO	
2.2	Falta de coordinación entre contratistas y proveedores, afectando la continuidad de la obra.	9	8	12	12	12	10,6	MODERADO	
2.3	Falta de un plan de contingencia: ausencia de estrategias para mitigar impactos de retrasos, fallas técnicas o problemas externos	9	9	6	6	6	7,2	MODERADO	
2.4	Resistencia al cambio: en la adopción de metodologías BIM y LEAN construction	12	16	16	16	16	15,2	ALTO	
2.5	Deficiencias en la gestión documental (licencias, permisos, contratos).	4	4	9	9	9	7	MODERADO	

2.6	Desconocimiento o incumplimiento en la certificación Retie	16	2	16	16	16	13,2	ALTO	
2.7	Desconocimiento o incumplimiento de normativas locales.	8	2	6	6	6	5,6	BAJO	
2.8	Desconocimiento o incumplimiento de normativas de la Zona Franca Celpa (manual de construcción)	16	16	4	4	4	8,8	MODERADO	
2.9	Cambio de alcance del proyecto sin una gestión adecuada, generando sobrecostos.	8	6	15	3	15	9,4	MODERADO	
<b>3</b>	<b>RIESGOS DE RECURSOS HUMANOS</b>								
3.1	Falta de mano de obra calificada, afectando la calidad y el ritmo de la construcción.	12	16	15	3	15	12,2	ALTO	
3.2	Altos índices de rotación de personal, afectando la continuidad del proyecto.	16	9	12	12	12	12,2	ALTO	
3.3	Deficiencias en la capacitación en procedimientos técnicos.	12	6	9	9	9	9	MODERADO	
3.4	Deficiencias en la supervisión: reduce la eficiencia de las actividades programadas	16	6	20	4	20	13,2	ALTO	
3.5	Incumplimiento en los horarios: afectando la planificación de las actividades	6	6	4	4	4	4,8	BAJO	
3.6	Incumplimiento de contratos laborales: demandas o sanciones legales	4	2	5	1	5	3,4	BAJO	
3.7	Incumplimiento en los pagos o el no pago de prestaciones	2	2	5	1	5	3	BAJO	
3.8	Falta de comunicación efectiva entre la dirección y operarios	16	9	2	2	2	6,2	MODERADO	

3.9	Baja productividad y rendimiento de la mano de obra por desmotivación o malas condiciones laborales.	4	6	3	3	3	3,8	BAJO	
<b>4</b>	<b>RIESGOS DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>								
4.1	Deficiencia en la calidad de los materiales usados en la construcción.	8	4	5	1	5	4,6	BAJO	
4.2	Fallas en la logística de abastecimiento e ingreso de materiales a la Zona Franca generando retrasos en la obra.	4	25	3	3	3	7,6	MODERADO	
4.3	Errores en la planificación de compras	12	9	4	4	4	6,6	MODERADO	
4.4	Manejo inadecuado de materiales, provocando desperdicio y sobrecostos.	16	9	8	8	8	9,8	MODERADO	
4.5	Fallas o averías en equipos y maquinaria por mantenimiento deficiente.	4	4	3	3	3	3,4	BAJO	
4.6	Escasez de maquinaria especializada	16	6	4	4	4	6,8	MODERADO	
4.7	Falta de operadores capacitados en maquinaria pesada	4	9	3	3	3	4,4	BAJO	
4.8	Materiales defectuosos o fuera de las especificaciones: afectando la calidad de la construcción	10	4	5	1	5	5	BAJO	
4.9	Falta de certificación o pruebas de calidad de los productos	20	4	8	8	8	9,6	MODERADO	
4.10	Falta de proveedores especializados en la ciudad	16	16	16	16	16	16	ALTO	
4.11	Pérdida o robo de materiales y herramientas dentro del sitio de obra.	16	12	3	3	3	7,4	MODERADO	
<b>5</b>	<b>RIESGOS FINANCIEROS Y CONTRACTUALES</b>								

5.1	Sobrecostos en materiales y mano de obra por una mala gestión de compras.	8	6	10	2	10	7,2	MODERADO	
5.2	Aumento inesperado de precios: en materiales y equipos afectando la rentabilidad del proyecto	8	15	12	12	12	11,8	ALTO	
5.3	Sobrecostos por ineficiencia en la construcción	10	6	6	6	6	6,8	MODERADO	
5.4	Pagos no planificados o adiciones a contratistas	8	16	3	3	3	6,6	MODERADO	
5.5	Retrasos en el desembolso por parte del contratante: afectando la continuidad de la obra	16	12	9	9	9	11	MODERADO	
5.6	Manejo inadecuado del flujo de caja	12	6	4	4	4	6	BAJO	
5.7	Cláusulas contractuales ambiguas o mal definidas	6	9	9	9	9	8,4	MODERADO	
5.8	Quiebra de proveedores o contratistas claves: afectando el suministro o la ejecución del proyecto	16	3	5	1	5	6	BAJO	
5.9	Incumplimiento de garantías y pólizas por parte del contratista o aseguradoras	8	15	6	6	6	8,2	MODERADO	
5.10	Dependencia de financiamiento externo: aumentando las probabilidades de endeudamiento	10	12	6	6	6	8	MODERADO	
5.11	Demandas por daños a terceros	16	15	4	4	4	8,6	MODERADO	
5.12	Multas por incumplimiento a normativas	2	10	3	3	3	4,2	BAJO	
5.13	Incremento en costos por transporte	9	12	4	4	4	6,6	MODERADO	
5.14	Falta de control financiero: errores en flujo de caja o gestión de pagos a proveedores y contratistas	6	8	4	4	4	5,2	BAJO	
5.15	Incumplimiento de pagos a contratistas y proveedores,	6	12	8	8	8	8,4	MODERADO	

	afectando el avance de la obra.								
5.16	Errores en la estimación del presupuesto, generando insuficiencia de recursos.	8	10	4	4	4	6	BAJO	
<b>6</b>	<b>RIESGOS DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE</b>								
6.1	Ausencia de protocolos de seguridad	6	8	5	1	5	5	BAJO	
6.2	Caídas desde alturas: (cubierta, estructura, andamios)	15	15	5	1	5	8,2	MODERADO	
6.3	Electrocuciones: por instalaciones defectuosas	20	15	5	1	5	9,2	MODERADO	
6.4	Exposición a sustancias tóxicas. (pinturas, disolventes, soldaduras)	12	3	5	1	5	5,2	BAJO	
6.5	Lesiones por manipulación de equipos y herramientas sin los elementos de protección	16	16	5	1	5	8,6	MODERADO	
6.6	Deficiente señalización en áreas de riesgo	20	9	3	3	3	7,6	MODERADO	
6.7	Jornadas laborales excesivas	16	12	2	2	2	6,8	MODERADO	
6.8	Estrés laboral: sobre carga de trabajo por presión o plazos de entrega muy ajustados	16	6	2	2	2	5,6	BAJO	
6.9	Ruido excesivo	9	16	4	4	4	7,4	MODERADO	
6.10	Uso ineficiente del agua y energía: afectando la sostenibilidad del proyecto	6	12	1	1	1	4,2	BAJO	
6.11	Falta de capacitación al personal: en riesgos laborales y elementos de protección personal (EPP)	8	15	3	3	3	6,4	MODERADO	
6.12	Deficiencias en el plan de emergencias y evacuación: afectando la respuesta ante cualquier accidente grave	8	8	3	3	3	5	BAJO	
6.13	Accidentes laborales por incumplimiento de normas de seguridad.	16	6	5	1	5	6,6	MODERADO	

6.14	Manejo inadecuado de residuos de construcción, generando sanciones ambientales.	4	12	3	3	3	5	BAJO	
6.15	Exposición de trabajadores a condiciones climáticas adversas, afectando su salud.	12	8	8	8	8	8,8	MODERADO	
6.16	Contaminación del suelo y cuerpos de agua por malas prácticas constructivas.	4	8	3	3	3	4,2	BAJO	

## ANEXO 5

### MATRIZ DE RIESGOS. EVALUACIÓN CUALITATIVA. RIESGOS EXTERNOS

Este anexo presenta la matriz de evaluación cualitativa de riesgos externos asociados a la construcción de bodegas en la Zona Franca CELPA. La evaluación fue realizada mediante juicio de expertos, asignando calificaciones de probabilidad por impacto (PXI) para cada riesgo identificado. Los puntajes fueron promediados y clasificados según su nivel (bajo, moderado, alto o crítico) para facilitar su priorización. La matriz incluye riesgos de tipo geográfico, ambiental, económico, político, social, logístico y de seguridad pública, lo cual permite una visión integral del entorno externo que podría afectar el proyecto.

<b>RIESGOS EXTERNOS</b>		PXI José	PXI Alex	PXI Edwin	PXI Iván	PXI Gustavo	PXI promedio	NIVEL DE RIESGO	COLOR MATRIZ
<b>1</b>	<b>RIESGOS GEOGRÁFICOS Y AMBIENTALES</b>								
1.1	Sismicidad elevada en Buenaventura.	16	25	1	1	1	8,8	MODERADO	
1.2	Ubicación en zona de difícil acceso: afectaciones por logística de personal y materiales	6	16	9	9	9	9,8	MODERADO	
1.3	Altos niveles freáticos: complicando excavaciones y	4	25	8	8	8	10,6	MODERADO	

	aumentado los costos de cimentación								
1.4	Deslizamientos de tierra por suelo inestable (cimentaciones profundas)	9	25	3	3	3	8,6	MODERADO	
1.5	Alta presencia de lluvia: afectando el cronograma de obra	16	20	25	5	25	18,2	CRÍTICO	
1.6	Generación de escombros y residuos de construcción	1	12	4	4	4	5	BAJO	
1.7	Condiciones del suelo y riesgo de licuación.	2	25	5	1	5	7,6	MODERADO	
1.8	Altos niveles de humedad y corrosión.	16	25	25	5	25	19,2	CRÍTICO	
<b>2</b>	<b>RIESGOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS</b>								
2.1	Variabilidad en los costos de materiales.	8	6	9	9	9	8,2	MODERADO	
2.2	Aumento de impuestos o aranceles a materiales y equipos	4	8	6	6	6	6	BAJO	
2.3	Crisis en el sector de la construcción: reduciendo la oferta de contratistas y proveedores	4	3	9	9	9	6,8	MODERADO	
2.4	Competencia desleal: afectando el costo de los insumos	4	8	8	8	8	7,2	MODERADO	
2.5	Fluctuaciones del precio del petróleo: afectando costos de transporte	4	4	9	9	9	7	MODERADO	
2.6	Riesgo de crisis bancaria: limitando acceso a crédito y encareciendo el endeudamiento	16	4	6	6	6	7,6	MODERADO	
2.7	Inflación y devaluación de la moneda.	12	8	6	6	6	7,6	MODERADO	
2.8	Crisis en el sector logístico y escasez de insumos en sitio.	4	6	9	9	9	7,4	MODERADO	

2.9	Riesgo de quiebra de contratistas o proveedores.	10	15	6	6	6	8,6	MODERADO	
<b>3</b>	<b>RIESGOS POLÍTICOS Y REGULATORIOS</b>							BAJO	
3.1	Cambios en normativas de construcción y seguridad.	2	3	3	3	3	2,8	BAJO	
3.2	Demoras en los trámites ante la empresa prestadora del servicio de energía	4	6	2	2	2	3,2	BAJO	
3.3	Prácticas de corrupción para la obtención de permisos y licencias	16	12	3	3	3	7,4	MODERADO	
3.4	Exigencia de pagos informales para agilizar trámites legales y/o administrativos	16	16	3	3	3	8,2	MODERADO	
3.5	Nuevas normas ambientales: medidas adicionales de mitigación	8	8	3	3	3	5	BAJO	
3.6	Reformas fiscales: afectando costos de operación	4	9	4	4	4	5	BAJO	
3.7	Revocación de permisos aprobados: sobrecostos legales	5	8	4	4	4	5	BAJO	
3.8	intervención de organismos de control: extendiendo cumplimiento y reprocesos administrativos	4	8	1	1	1	3	BAJO	
3.9	Demoras en la obtención de licencias y permisos.	1	4	1	1	1	1,6	BAJO	
3.10	Intervención de organismos gubernamentales o fiscalización excesiva.	4	6	1	1	1	2,6	BAJO	
3.11	Demoras en la aprobación de ingresos por parte de la Zona Franca	4	8	1	1	1	3	BAJO	

3.12	Restricciones ambientales y normativas de impacto.	4	8	4	4	4	4,8	BAJO	
<b>4</b>	<b>RIESGOS SOCIALES Y LABORALES</b>							BAJO	
4.1	Protestas o bloqueos de comunidades locales.	16	20	9	9	9	12,6	ALTO	
4.2	Reclamos por afectación a vecinos	4	3	2	2	2	2,6	BAJO	
4.3	Movimientos sindicales que afecten el desarrollo de la obra	1	4	2	2	2	2,2	BAJO	
4.4	Enfermedades ocupacionales por exposición frecuente a polvo e inclemencias climáticas	2	3	1	1	1	1,6	BAJO	
4.5	Falta de mano de obra calificada en la región.	9	4	9	9	9	8	MODERADO	
4.6	Altos índices de informalidad laboral.	4	16	2	2	2	5,2	BAJO	
4.7	Inseguridad y riesgo de robos.	12	20	1	1	1	7	MODERADO	
<b>5</b>	<b>RIESGOS LOGÍSTICOS Y DE INFRAESTRUCTURA</b>								
5.1	Congestión portuaria y retrasos en importación de insumos: retrasando entrega de materiales	16	20	4	4	4	9,6	MODERADO	
5.2	Congestión vehicular en vías de acceso: retrasando entrega de materiales	4	20	12	12	12	12	ALTO	
5.3	Robos a cableados redes de telecomunicaciones: afectando las comunicaciones de la obra	1	4	1	1	1	1,6	BAJO	
5.4	Deficiencias en la seguridad perimetral de la Zona Franca	12	12	1	1	1	5,4	BAJO	
5.5	Escasez de insumos esenciales como el	4	12	9	9	9	8,6	MODERADO	

	cemento, acero o combustibles								
5.6	Deficiencias en la red vial de acceso.	16	8	1	1	1	5,4	BAJO	
5.7	Cortes en el suministro de energía o agua.	9	25	9	9	9	12,2	ALTO	
5.8	Dificultades en la disposición final de residuos.	4	16	1	1	1	4,6	BAJO	
<b>6</b>	<b>RIESGOS DE SEGURIDAD Y ORDEN PÚBLICO</b>								
6.1	Presencia de grupos armados y economías ilícitas.	20	20	9	9	9	13,4	ALTO	
6.2	Extorsión y cobro de "vacunas" por grupos o personas al margen de la ley	20	20	1	1	1	8,6	MODERADO	
6.3	Secuestro o amenaza a directivos del proyecto	20	20	1	1	1	8,6	MODERADO	
6.4	Deficiencia en la presencia de autoridades policiales y militares en la zona	16	4	1	1	1	4,6	BAJO	
6.5	Deficiencia en la iluminación del parque logístico	6	8	1	1	1	3,4	BAJO	
6.6	Débil capacidad de reacción por parte de las autoridades policiales, militares o cuerpos de bomberos ante cualquier siniestro	20	25	1	1	1	9,6	MODERADO	
6.7	Paros y disturbios que afecten el sector de la construcción.	16	6	4	4	4	6,8	MODERADO	
6.8	Riesgo de corrupción o sobornos.	16	6	1	1	1	5	BAJO	