INVESTIGACIÓN APLICADA CON ESTUDIO DE CASO PRACTICO

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL PORTAFOLIO DE INVERSIONES DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA

CLAUDIA LORENA VARELA PEREZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI
2025

INVESTIGACIÓN APLICADA CON ESTUDIO DE CASO PRACTICO

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL PORTAFOLIO DE INVERSIONES DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA

CLAUDIA LORENA VARELA PEREZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Magíster en Finanzas

Director del trabajo de grado: doctor Víctor Alberto Peña Arenas

Docente de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del programa de Maestría en Finanzas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI
2025

Doctor

Fabian Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Cordial saludo,

Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es "Diseño de un modelo de gestión de riesgos para el proceso de administración del portafolio de inversiones de la corporación autónoma regional del valle del cauca".

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente,

_____

Claudia Lorena Varela Perez

CC. 66.803.840 de Andalucía Valle del Cauca

Doctor
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana
La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado "Diseño de un modelo de gestión de riesgos para el proceso de administración del portafolio de inversiones de la corporación autónoma regional del valle del cauca", realizado por la estudiante de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana Claudia Lorena Varela Perez cédula de ciudadanía número 66.803.840, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente,

Victor Alberto Peña Vargas

Firmado digitalmente por Victor Alberto Peña Vargas
Fecha: 2025.07.17 21:41:58 -05'00'

Víctor Alberto Peña Vargas
Director del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de buscar la Verdad y la Justicia".

"DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL PORTAFOLIO DE INVERSIONES DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA.",
Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Finanzas.

Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Jessica Gil Arcedo
Directora de Maestría en Finanzas.

Jose Augusto Castillo Bonilla
Jurado

Victor Alberto Peña Vargas
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 09 de julio del 2025

Dedicatoria:

Dedico este trabajo, con todo mi amor, a mi familia. A mi madre, María Eugenia Pérez García, por su apoyo y amor.

A la memoria de mi padre, Leonardo Varela, quien me guía desde el cielo y cuya sabiduría y principios siguen marcando mi vida.

A mi hermano y mis sobrinos, mi apoyo y mi alegría constante.

Y a mis amigos y seres queridos que han estado cerca de mí, impulsándome a avanzar con fe, convicción y confianza.

Este logro es también de ustedes.

Agradecimientos:

Agradezco profundamente a mi director de tesis, por su guía, compromiso y valioso acompañamiento durante todo el proceso investigativo. Su orientación fue clave para lograr un trabajo con sentido académico y aplicabilidad práctica.

Extiendo mi agradecimiento a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), entidad que me inspiró a desarrollar este modelo con impacto real. Agradezco especialmente a mis compañeros del grupo de Tesorería, Por su apoyo constante.

A cada persona que, desde lo profesional o lo humano, aportó con una palabra, una lectura o una mirada crítica, ¡gracias!

Resumen

El presente trabajo diseña un modelo de gestión de riesgos financieros para el portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), con el fin de fortalecer la toma de decisiones, la sostenibilidad institucional y el cumplimiento normativo. Se desarrolla un enfoque híbrido que integra metodologías cuantitativas como el Valor en Riesgo (VaR), la simulación de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad, con herramientas operativas aplicadas a la realidad del sector público. El modelo se aplica a los componentes de renta fija, renta variable y portafolio exterior, permitiendo identificar el riesgo esperado y extremo, medir la dispersión de rendimientos, y definir límites de exposición. Como resultado, se propone un manual de gestión de riesgos financieros que institucionaliza el proceso, mejora el monitoreo y facilita decisiones informadas.

Palabras clave: Gestión de riesgos financieros, Portafolio de inversiones, Simulación de Monte Carlo, Valor en Riesgo (VaR), Sector público.

Abstract

This study designs a financial risk management model for the investment portfolio of the Regional Autonomous Corporation of Valle del Cauca (CVC), aimed at strengthening decision-making, institutional sustainability, and regulatory compliance. A hybrid approach is developed, combining quantitative methods such as Value at Risk (VaR), Monte Carlo simulation, and sensitivity analysis, with operational tools tailored to the public sector. The model is applied to the components of fixed income, equity, and foreign investments, allowing the identification of expected and extreme risk, measurement of return dispersion, and definition of exposure limits. As a result, a financial risk management manual is proposed to institutionalize the process, enhance monitoring, and support informed decision-making.

Keywords: Financial risk management, Investment portfolio, Value at Risk (VaR), Monte Carlo simulation, Public sector

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO TEÓRICO 4
2.1 Marco legal 4
2.2 Regulación Colombiana en la Gestión de Riesgos Financieros de Entidades Públicas 7
2.3 Gestión de riesgos en portafolios de inversión 9
2.3.1. Impacto de los Acuerdos de Basilea 9
2.3.2. Definiciones de riesgo financiero 12
2.4 Capítulo XXXI sistema integral de administración de riesgos (SIAR) - Superfinanciera 26
2.4.1. Identificación de Riesgos 26
2.4.2. Medición de Riesgos 27
2.4.3. Evaluación y Control de Riesgos 29
2.4.4. Clasificadores de Riesgos 30
2.4.5. Impacto del SIAR en la Estabilidad Financiera 31
2.4.6. Tecnologías Avanzadas en el SIAR 32
2.4.7. Importancia de la Ciberseguridad 33
3. METODOLOGÍA 33
4. OBJETIVOS 35
4.1 Objetivo General 35
4.2 Objetivos Específicos 35
5. RESULTADOS 36
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
BIBLIOGRAFÍA 64
ANEXOS 69

Lista de Tablas

Tabla 1. Propuesta modelo 1 39
Tabla 2. Propuesta modelo 2 40
Tabla 3. Propuesta modelo 3 41
Tabla 4. Bases simulación Monte Carlo 43
Tabla 5. VAR 51
Tabla 6. Diferencias análisis de sensibilidad 56

Lista de Figuras

Figura 1. Cambios en la Relación de Solvencia en los Acuerdos de Basilea 11
Figura 2. Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Renta Fija 45
Figura 3. Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Portafolio Exterior 46
Figura 4. Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Renta Variable 47
Figura 5. Análisis estadístico de Monte Carlo Renta Fija 48
Figura 6. Análisis estadístico de Monte Carlo Portafolio Exterior 49
Figura 7 Análisis estadístico de Monte Carlo Renta Variable. 50
Figura 8. Análisis de Sensibilidad Renta Fija Local 53
Figura 9. Análisis de Sensibilidad Portafolio Exterior 54
Figura 10. Análisis de Sensibilidad Renta Variable 55

Lista de Anexos

Anexo A. Ficha Técnica CV 69
Anexo B. Manual de Gestión de Riesgos 74

1. INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones en el ámbito de las inversiones financieras es un proceso complejo que implica la evaluación de múltiples factores, incluyendo la probabilidad de pérdida y la magnitud del daño. En este sentido, el riesgo es un concepto fundamental en el análisis de las inversiones financieras, ya que se refiere a la posibilidad de que el valor de una inversión disminuya o no cumpla con las expectativas. Según la teoría de Markowitz (1952) el riesgo se puede dividir en dos categorías: riesgo sistemático y riesgo no sistemático. El riesgo sistemático se refiere a la exposición a los movimientos del mercado en general, mientras que el riesgo no sistemático se refiere a la exposición a los movimientos específicos de una inversión o grupo de inversiones. En este sentido, la gestión de riesgos es esencial para cualquier inversor o institución financiera que desea minimizar la pérdida y maximizar el rendimiento de sus inversiones En este contexto, el objetivo de este trabajo de grado es elaborar un manual de riesgos para las inversiones financieras que determine los riesgos en el ámbito de las inversiones financieras para la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) es una entidad encargada de la gestión ambiental y de los recursos naturales en el departamento del Valle del Cauca, en Colombia. Entre sus principales funciones se encuentran la protección de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la promoción del desarrollo sostenible en la región.

Dentro de las actividades que desarrolla la CVC se encuentra la inversión en proyectos ambientales y de desarrollo sostenible. Sin embargo, la CVC cuenta con un capital importante en su portafolio de inversiones financieras, y está expuesta a diversos riesgos financieros, operativos y reputaciones que pueden afectar el desempeño de su portafolio de inversiones

En ese orden de ideas, la volatilidad de los mercados financieros exige la adopción obligada

de herramientas que permitan minimizar y diversificar el riesgo financiero para proteger el patrimonio líquido de la CVC, considerando criterios de seguridad, liquidez, rentabilidad, transparencia y control. Tal es el caso de la CVC, donde actualmente se implementa un "Manual para la Medición de Riesgos en las Inversiones Financieras como herramienta de control para la gestión de riesgos financieros en el portafolio de inversiones , el cual se compone de cinco capítulos que abordan temas como la justificación, la clasificación del sistema financiero y mercado de valores en Colombia, la definición y tipos de riesgo (Riesgo de Contraparte, Riesgo de Emisor, Riesgo de Mercado, Riesgo de Liquidez y Riesgo Operacional), los requisitos básicos y metodología para la asignación de cupos a los comisionistas de bolsas de valores, sin embargo, el Manual no proporciona una herramienta de medición y evaluación de los riesgos del portafolio, lo que hace necesario diseñar un modelo de gestión de riesgos financieros para identificar, medir, evaluar y controlar los riesgos adecuadamente.

Si bien la CVC cuenta con un manual para la medición de riesgos en sus inversiones financieras, presenta limitaciones al centrarse únicamente en la clasificación y definición de riesgos sin ofrecer una metodología efectiva para su monitoreo y control en tiempo real. La propuesta del presente estudio radica en el diseño de un modelo de gestión que identifica y clasifica los riesgos del portafolio, incorporando herramientas avanzadas de evaluación, como el análisis de sensibilidad y simulaciones de escenarios para una toma de decisiones más fundamentada. Se considera la dinámica propia del portafolio de la CVC y ajusta los niveles de tolerancia al riesgo en función de la estructura de activos, maximizando la estabilidad y rendimiento de las inversiones, donde su implementación permitirá una gestión más eficiente, de acuerdo con las exigencias regulatorias y las mejores prácticas internacionales en administración de riesgos financieros.

Teniendo en cuenta lo anterior, la CVC carece de una herramienta formal de gestión de riesgos que mida y controle los riesgos para su portafolio de inversiones, lo que puede generar incertidumbre y riesgos innecesarios en la toma de decisiones financieras. Además, la falta de una herramienta de gestión de riesgos podría dar lugar a hallazgos por parte de los organismos de control, como la Contraloría General de la Nación, que podrían afectar negativamente la imagen y la reputación de la entidad.

Por esto, en un entorno financiero cada vez más regulado, la aplicación de estándares internacionales como los acuerdos de Basilea establece la necesidad de adoptar metodologías precisas para la administración de riesgos, y el hecho de no contar con una herramienta adecuada genera incertidumbre en la toma de decisiones financieras y afecta la transparencia y la credibilidad institucional de la CVC frente a sus grupos de interés. Por lo tanto, la implementación de un modelo de gestión de riesgos financiero es una necesidad para fortalecer la solidez financiera de la entidad y garantizar el cumplimiento de normativas vigentes.

Por esa razón, en este trabajo de grado se propone el diseño de un modelo de gestión de riesgos para el proceso de administración del portafolio de inversiones de la CVC, con el objetivo principal de determinar los riesgos asociados a las inversiones del portafolio de la entidad, con el fin de maximizar los beneficios, reducir la incertidumbre en la gestión financiera y mitigar las posibles pérdidas.

Para desarrollar el presente estudio, el documento se organiza en seis capítulos, el cual da inicio con la introducción. En el capítulo 2, se presentan los fundamentos teóricos y el marco legal aplicable a la gestión de riesgos financieros, abordando regulaciones internacionales y nacionales relevantes. El capítulo 3 detalla la metodología utilizada para diseñar el modelo propuesto, con los criterios y herramientas de análisis. Posteriormente, en el capítulo 4, se

exponen los objetivos del estudio, diferenciando entre el objetivo general y los objetivos específicos. En el capítulo 5, se presentan los resultados obtenidos, evidenciando la aplicabilidad del modelo dentro de la CVC. Finalmente, el capítulo 6 describe el cronograma de implementación del modelo, seguido de la bibliografía utilizada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco legal

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) es una entidad ambiental encargada de la gestión, conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Su marco legal se encuentra establecido en la Ley 99 de 1993 y en el Decreto 3572 de 2011, así como en otras normativas complementarias.

La Ley 99 de 1993, establece el régimen legal de las corporaciones autónomas regionales en Colombia, incluyendo a la CVC, y establece sus funciones, objetivos y estructura. Esta ley fue modificada por la Ley 1450 de 2011, que estableció cambios en la estructura, financiación y gestión de las corporaciones.

Por su parte, el Decreto 3572 de 2011, regula la organización y funcionamiento de la CVC, estableciendo su estructura administrativa, competencias, funciones y régimen presupuestal.

Además, la CVC se rige por otras normas legales y reglamentarias que establecen los lineamientos para la gestión ambiental en el país, como la Ley 611 de 2000 sobre el uso y manejo de fauna silvestre, la Ley 1333 de 2009 sobre el control y prevención de la contaminación, la Ley 164 de 1994 sobre el uso de aguas, entre otras.

En relación a las finanzas, El Decreto 1525 de 2008 establece normas relacionadas con la inversión de los recursos de las entidades estatales del orden nacional y territorial en Colombia. El objetivo de este decreto es garantizar una gestión eficiente, eficaz y transparente de los

recursos públicos y orientar la inversión pública hacia el cumplimiento de los objetivos misionales de cada entidad. El decreto regula la administración de los recursos del presupuesto general de la Nación, los recursos de los fondos especiales, los recursos de los sistemas generales de seguridad social, entre otros. Así mismo, establece los principios y criterios que deben orientar la inversión pública y los mecanismos de seguimiento, control y evaluación de la misma. En resumen, el Decreto 1525 de 2008 busca establecer un marco normativo claro y eficiente para la gestión de los recursos públicos en Colombia.

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) como entidad descentralizada territorial no recibe recursos del presupuesto general de la Nación, sino que obtiene sus recursos principalmente de ingresos propios y transferencias del sector eléctrico, Por tanto, en ese sentido, el Decreto 1525 de 2008 no le aplica a la CVC en cuanto a la administración de los recursos del presupuesto general de la Nación.

Sin embargo, cabe señalar que la CVC está sujeta a otras normas en materia de contratación pública y administración de recursos que le son aplicables, como las establecidas en la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007, entre otras. Por un lado, la Ley 80 de 1993 regula el proceso de contratación pública en Colombia, estableciendo los principios de transparencia, igualdad y no discriminación; definiendo claramente los roles y responsabilidades de las partes involucradas: la autoridad contratante, la entidad contratante y el licitador. Asimismo, regula todo el proceso de contratación, desde la preparación de los documentos de licitación hasta la evaluación de ofertas y el otorgamiento de contratos. La ley también contempla sanciones para aquellos casos de incumplimiento, asegurando así la integridad y la eficacia del proceso de contratación pública.

La Ley 1150 de 2007 ejecuta modificaciones significativas a la Ley 80 de 1993 con el objetivo de mejorar el proceso de contratación pública, promoviendo la transparencia y la

responsabilidad, por lo cual, fortalece el papel de la Comisión Nacional de Contratación Pública en la regulación del proceso de contratación. Entre sus disposiciones, destaca el uso de sistemas de licitación electrónica y la obligatoriedad de publicar anuncios de licitación en internet, incrementando así la transparencia, así mismo, regula el uso de acuerdos de asociación público-privada y convenios de concesión. La ley también protege a los denunciantes de irregularidades en el proceso de contratación y establece medidas para aumentar la responsabilidad en las actividades contractuales

Es así como, estas normas establecen los principios y procedimientos que deben regir la contratación pública y la administración de los recursos públicos en Colombia y, por tanto, deben ser aplicadas por la CVC en el desarrollo de sus actividades y proyectos. La conexión entre estas normativas y su relevancia directa en la gestión de portafolios de inversión de la CVC es evidente en la forma en que estas leyes y decretos establecen un marco para la transparencia, eficiencia y responsabilidad en la administración de recursos públicos y la contratación; por ejemplo, la implementación de sistemas de licitación electrónica y la obligatoriedad de publicar anuncios de licitación en internet, como lo establece la Ley 1150 de 2007, permite a la CVC gestionar sus contratos de manera más transparente y competitiva, reduciendo el riesgo de corrupción y aumentando la eficiencia en el uso de recursos.

En la práctica, las normativas han impactado la gestión de riesgos de la CVC al exigir estándares más altos de transparencia y responsabilidad en la contratación y administración de recursos. La obligación de seguir principios de transparencia, igualdad y no discriminación, como lo establece la Ley 80 de 1993, ha permitido que la CVC implemente procesos de selección de contratistas más rigurosos y justos, minimizando los riesgos de conflictos de interés y asegurando la selección de proveedores competentes. Además, la protección a denunciantes de

irregularidades fortalece la cultura de cumplimiento y control interno, mitigando riesgos asociados a la corrupción y el mal manejo de recursos.

2.2 Regulación Colombiana en la Gestión de Riesgos Financieros de Entidades Públicas

A diferencia de una institución privada, la CVC se encuentra sujeta a un marco normativo más estricto, donde la transparencia y la trazabilidad en el manejo de los recursos son requisitos fundamentales, ya que debe garantizar que cada decisión financiera sea consistente con la eficiencia en la administración pública y con las normativas vigentes en Colombia. Uno de los pilares que rige el funcionamiento de la CVC es la Ley 99 de 1993, la cual estableció el marco legal de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) en Colombia, definiendo sus funciones ambientales y estableciendo lineamientos sobre la forma en que deben administrar sus recursos. Desde la perspectiva financiera, la ley impone un criterio de sostenibilidad, significa que la inversión de los fondos debe responder a criterios de rentabilidad y a los objetivos de conservación y desarrollo sostenible, en otras palabras, el riesgo financiero en la CVC se mide en términos monetarios como también en su impacto ambiental y social.

El Decreto 3572 de 2011 complementa dicho marco al estructurar la organización y funcionamiento de la CVC, y en términos de gestión financiera, el decreto refuerza la necesidad de que el manejo de inversiones se realice bajo un esquema de control interno riguroso. Aquí, la flexibilidad con la que operan entidades privadas se reduce considerablemente, ya que, la administración del portafolio debe ajustarse a los principios de seguridad y liquidez, garantizando que las inversiones sean gestionadas con criterios de mínimo riesgo, evitando exposiciones excesivas que puedan comprometer la estabilidad financiera de la entidad.

Ahora bien, el hecho de que la CVC maneje recursos públicos requiere que su gestión

financiera debe cumplir con lo estipulado en la Ley 80 de 1993, la cual, regula la contratación pública en Colombia, es aplicable a la compra de bienes y servicios, y, a la selección de intermediarios financieros y gestores de inversión. La contratación de asesores, comisionistas o fiduciarias dentro de la CVC debe respetar los principios de transparencia, igualdad y selección objetiva, por lo cual, cada decisión de inversión debe estar sustentada en un proceso de selección estructurado y verificable, reduciendo al máximo la discrecionalidad y los riesgos asociados a conflictos de interés.

La Ley 1150 de 2007, que reformó la Ley 80, introduce elementos adicionales que afectan directamente la forma en que la CVC gestiona su portafolio, y uno de los cambios más relevantes es la digitalización y publicidad de los procesos de contratación, ya que cualquier transacción relacionada con la administración del portafolio debe ser trazable y accesible al público, imponiendo un mayor nivel de vigilancia sobre cada operación financiera y limitando la posibilidad de realizar ajustes en el portafolio de manera inmediata, ya que cada decisión de inversión debe estar respaldada por un proceso contractual que cumpla con los requisitos establecidos.

Por otro lado, se encuentra el Decreto 1525 de 2008, una norma que regula la inversión de recursos en entidades estatales, el cual, establece límites y restricciones sobre los activos en los que las entidades públicas pueden invertir, sin embargo, en el caso particular de la CVC, su aplicación es más limitada, ya que la corporación no recibe recursos del Presupuesto General de la Nación, ya que opera con ingresos propios y transferencias del sector eléctrico. A pesar de esto, los principios de prudencia y diversificación que establece el decreto siguen siendo un referente para garantizar que las inversiones de la CVC sean sostenibles y se organicen con las mejores prácticas en administración de riesgos.

Finalmente, no se puede ignorar la supervisión de la Contraloría General de la Nación, ya que, la falta de un modelo estructurado para la gestión de riesgos en el portafolio de la CVC es solo un problema técnico y puede derivar en hallazgos fiscales y administrativos, afectando la reputación de la entidad. En este sentido, la Contraloría exige que las inversiones cumplan con principios de eficiencia, eficacia y economía, asegurando que no se comprometan recursos en operaciones de alto riesgo o con falta de justificación técnica. La existencia de una herramienta formal de gestión de riesgos es, por lo tanto, una necesidad para mejorar la administración de los activos de la CVC y cumplir con las exigencias de los entes de control.

De esta manera, se puede evidenciar que el marco regulatorio colombiano define límites y condiciones para la inversión de los recursos públicos, imponiendo un enfoque de gestión prudente y transparente, en el que cada decisión debe estar documentada y justificada. El diseño de un modelo de gestión de riesgos en la CVC busca optimizar la rentabilidad del portafolio, garantizando el cumplimiento de las normativas y evitar sanciones, debido a que, la responsabilidad en la administración de los recursos institucionales de origen propio y de transferencias del sector eléctrico requiere de un sistema robusto de medición y control de riesgos, siendo una condición indispensable para asegurar la sostenibilidad y eficiencia financiera de la corporación.

2.3 Gestión de riesgos en portafolios de inversión

2.3.1. Impacto de los Acuerdos de Basilea

Los impactos regulatorios de los Acuerdos de Basilea I, II y III en la gestión de riesgos financieros ha experimentado una transformación significativa con la evolución de los Acuerdos de Basilea desde su primera iteración hasta la última. Basilea I, establecido en 1988, introdujo requisitos de capital mínimos y sentó las bases para la regulación internacional de la banca.

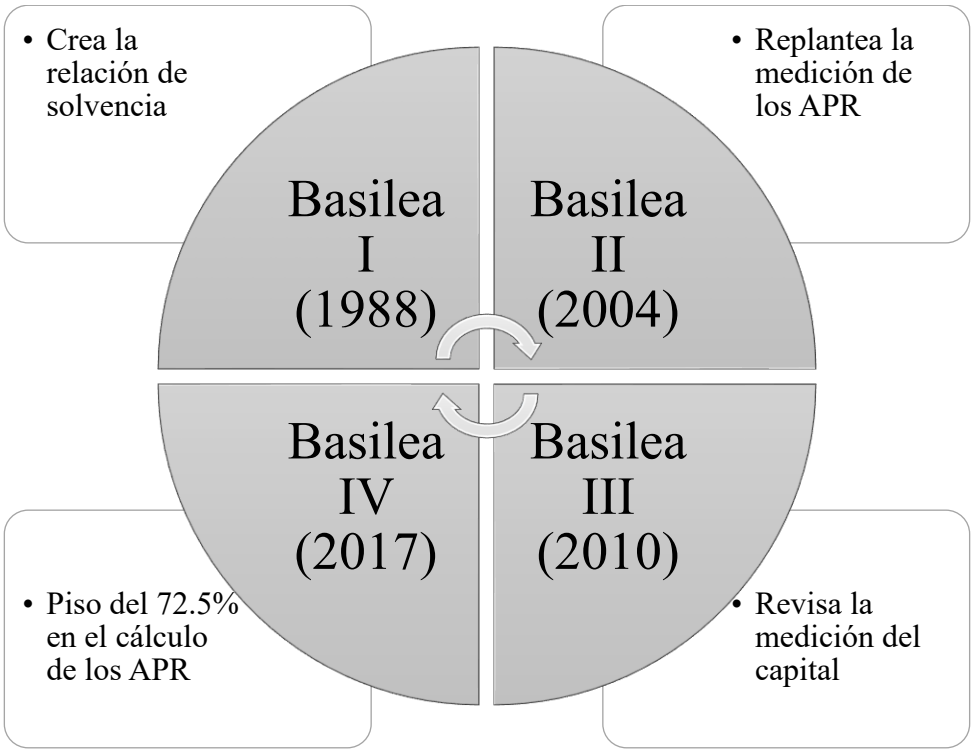
Basilea II, implementado en 2004, refinó el enfoque de evaluación de riesgos al introducir el concepto de riesgo crediticio, operacional y de mercado, y promovió el uso de modelos internos para calcular requisitos de capital. Por último, Basilea III, introducido en respuesta a la crisis financiera de 2008, reforzó los estándares de capital y liquidez, e introdujo medidas para abordar riesgos sistémicos y pro-cíclicos.

Los Acuerdos de Basilea han sido fundamentales para la estabilidad y solidez de las instituciones financieras. Desde su implementación, han enfrentado el desafío de cumplir con los requisitos regulatorios mientras mantienen un equilibrio entre la rentabilidad y la gestión de riesgos. Basilea I estableció un marco básico para la regulación bancaria internacional, mientras que Basilea II introdujo medidas más sofisticadas para evaluar y gestionar los riesgos bancarios. Sin embargo, Basilea II también planteó desafíos en términos de implementación de modelos internos y estimación de capital. En respuesta a la crisis financiera de 2008, Basilea III reforzó los estándares de capital y liquidez para abordar las deficiencias identificadas en la regulación anterior, con el objetivo de prevenir crisis financieras y promover prácticas financieras más seguras y sólidas a nivel internacional.

Teniendo presente lo anterior, se evidencia en la Figura 1, los cambios en la relación de solvencia y los requisitos de capital a lo largo de las diferentes fases de los Acuerdos de Basilea, desde la introducción de requisitos mínimos en Basilea I, pasando por la sofisticación de la medición de riesgos en Basilea II, hasta los ajustes y reforzamientos de Basilea III y IV, cada fase ha contribuido a mejorar la estabilidad y solidez de las instituciones financieras a nivel global.

Figura 1.

Cambios en la Relación de Solvencia en los Acuerdos de Basilea



Nota. Elaboración propia a partir de lo expuesto en La República (2018). Basilea es el conjunto de acuerdos internacionales que regulan cómo los bancos deben gestionar el riesgo financiero y cuánto capital deben mantener para ser seguros y sólidos. APR: Activos Ponderados por Riesgo.

El Banco HSBC ha adoptado las reformas de Basilea III reforzando sus ratios de capital y estableciendo un sistema riguroso de gestión de liquidez., donde tras la implementación, HSBC ha mejorado su resiliencia ante crisis financieras, manteniendo la confianza de sus inversores y clientes a través de una gestión de riesgos más robusta y transparente (HSBC BANK, 2023).

Un ejemplo nacional, el Banco Santander, el cual, tras la implementación de Basilea III, reportó una mejora en su ratio de capital CET1, actualmente en 12,3%, permitiendo enfrentar mejor las fluctuaciones del mercado y mantener su estabilidad financiera durante períodos de alta volatilidad (Banco Santander, 2024).

2.3.2. Definiciones de riesgo financiero

En finanzas, el riesgo se puede entender como la probabilidad de observar rendimientos distintos a los esperados, en otras palabras, la dispersión de resultados inesperados causados por movimientos en las variables financieras (Jorion, 2007). Así mismo, Jorion (2007) define el riesgo financiero como las posibles pérdidas a causa de las actividades de los mercados financieros, por ejemplo, las pérdidas que resultan de movimiento de los tipos de interés o el impago de obligaciones financieras. Debido a que, el riesgo siempre existe, y la única forma de evitarlo por completo es que no exista, su administración es indispensable, por eso hay que identificar primero todos los factores de riesgo (Lizarzaburua et al., 2012), los cuales según Gastineau y Kritzman (1999) se clasifican de la siguiente manera: Riesgo mercado, legal, Moral hazzard, modelo, Liquidez, Fiscales, Contables, crédito y contraparte.

2.3.2.1. Tipos de riesgo

El riesgo de mercado es la probabilidad de pérdida que sufre el inversionista si los factores de influencia sobre los precios y rendimientos de los activos financiero fluctúan de tal manera que provoque diferencias negativas en los precios que se presentan en el mercado (Valencia y Narváez, 2021). Por otro lado, La Super Intendencia Financiera de Colombia (SFC) define el riesgo de mercado como la posibilidad de que una entidad financiera incurra en pérdidas y se disminuya el valor de su patrimonio como resultado de cambios en el precio de los instrumentos financieros de su portafolio de inversiones (Ávila, 2009). Para Carrillo y Lamothe (2001) en la medición del riesgo de mercado existen dos tipos de enfoque, el delta y el global, el primero es aceptable cuando los cambios potenciales en los valores de las carteras pueden ser definidos como una función lineal o en casos especiales como una función cuadrática, mientras que el segundo suele utilizar la simulación de escenarios y en general es el método válido para las

posiciones que dependen de diferentes parámetros de mercado, que pueden incluir los tipos de interés, los tipos de cambio, las cotizaciones de índices y valores futuros de la volatilidad implícita juntos, siendo el único método clásico aplicable a mercados emergentes, mercados en transición, mercados en crisis y mercados poco estables con distribuciones de las tasas de variación de sus variables características muy lejanas de las distribuciones conocidas.

Villalón y Martínez (2005) plantea una definición similar, el método delta-normal utiliza derivadas lineales o delta y supone las distribuciones normales, es decir que consiste en aproximaciones analíticas a las derivadas del primer y segundo orden, siendo el método más apropiado para carteras con fuentes de riesgo limitadas, mientras que el segundo método utiliza la valoración total midiendo el riesgo, revalorizando totalmente la cartera sobre un rango de escenarios.

En el caso colombiano, Gómez et al. (2015) destacan el uso de los factores Delta y Gamma como herramientas fundamentales para medir el riesgo de mercado en las opciones financieras, los cuales, permiten analizar la sensibilidad de los precios de las opciones frente a variaciones en el precio del activo subyacente (Delta) y a cambios en dicha sensibilidad (Gamma), proporcionando una base técnica sólida para valorar exposiciones complejas en mercados accionarios volátiles.

Adicionalmente, en un enfoque global, Ávila (2009) examina tres metodologías para calcular el riesgo de mercado, el método de varianza-covarianzas, método de simulación histórica y método de simulación Montecarlo, seleccionado el ultimo para calcular el modelo *Value at Risk* (VaR*)* y concluye que ningún sistema de medida es perfecto y que no otorgan certidumbre respecto a las pérdidas que se podrán presentan en una inversión, sino una expectativa de resultados basada en la estadística, sin embargo no descarta que el VaR sea una

herramienta útil en la gestión del riesgo, pero al ser un modelo que no recoge muchas otras variables de riesgos como el riesgo, político, riesgo de liquidez, riesgo legal, riesgo del emisor, entre otras, recomienda completar la información proporcionada por el VaR con otra técnica de evaluación de modelos (Modelos predictivos) y simulaciones en situaciones extremas (Pruebas de estrés).

Ahora, Acerbi y Tasche (2023) argumentan que el Expected Shortfall (ES) es una medida de riesgo más coherente y útil en comparación con el Value at Risk (VaR), especialmente en situaciones extremas, dado que, mientras que el VaR estima la pérdida máxima en un cierto porcentaje de confianza, el ES mide la pérdida promedio en los peores casos, proporcionando así una visión más precisa del riesgo de cola. El ES calcula la media de las pérdidas más severas que exceden el valor de VaR, brindando una expectativa de resultados basada en las peores pérdidas, generando que sea particularmente valioso para la gestión de riesgos en entornos de alta volatilidad. A diferencia del VaR, el ES es una medida coherente del riesgo, ya que cumple con las propiedades de sub-aditividad y coherencia, haciendo que sea una herramienta más robusta y fiable para evaluar el riesgo en portafolios de inversión.

Por otro lado, Bollerslev (1986) introduce los modelos GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) como una extensión natural del proceso ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) propuesto por Engle en 1982 (como se citó en Bollerslev, 1986) , los cuales, permiten que las varianzas condicionales pasadas influyan en la varianza condicional actual, proporcionando una estructura de retardos más flexible y permitiendo una descripción más parsimoniosa en muchos casos. El modelo GARCH se ha demostrado útil para modelar la volatilidad de los activos financieros, ya que captura la heterocedasticidad condicional de forma más precisa que los métodos estáticos.

Las variantes de GARCH, como EGARCH (Exponential GARCH) y TGARCH (Threshold GARCH), establecen elementos adicionales para modelar las asimetrías y los efectos de umbral en la volatilidad; el EGARCH, por ejemplo, puede capturar las diferencias en el impacto de los shocks positivos y negativos, mientras que el TGARCH permite que los shocks tengan efectos diferentes en la volatilidad dependiendo de si son positivos o negativos (Bollerslev, 1986).

Razón por la cual, Bollerslev (1986) afirma que los modelos GARCH y sus variantes mejoran la estimación de la volatilidad en comparación con los métodos estáticos, cumpliendo con las condiciones de estacionaridad y pueden ser estimados mediante máxima verosimilitud. Los modelos han sido aplicados con éxito en diversas áreas económicas, como la predicción de la inflación y la evaluación de primas de riesgo en el mercado de divisas, demostrando ser excelentes herramientas para la gestión del riesgo financiero y la modelización de series temporales económicas.

Ahora, Engle (2001) destaca la importancia de los modelos GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) y sus variantes en la econometría aplicada, especialmente en la modelización de la volatilidad financiera. Los modelos GARCH permiten capturar la heterocedasticidad condicional en las series temporales, proporcionando una estimación más precisa del riesgo en comparación con los métodos estáticos tradicionales. A diferencia de los modelos tradicionales de mínimos cuadrados que asumen homocedasticidad, los modelos GARCH tratan la heterocedasticidad como una característica a modelar, mejorando la precisión de las predicciones de volatilidad.

Engle (2001) afirma que los modelos GARCH, incluyendo sus variantes como EGARCH (Exponential GARCH) y TGARCH (Threshold GARCH), son fundamentales para entender la volatilidad en los mercados financieros, ya que consideran que la varianza condicional depende

de las observaciones pasadas. Los modelos GARCH se utilizan ampliamente para predecir la volatilidad y evaluar el riesgo en finanzas, ofreciendo una base sólida para la toma de decisiones sobre la gestión del riesgo, la selección de portafolios y la fijación de precios de derivados; por tal motivo, dichos modelos son herramientas fundamentales para los econometristas y financieros que buscan analizar y predecir la volatilidad en mercados dinámicos.

Desde otra perspectiva, Kou et al. (2014) estudiaron el uso de algoritmos de machine learning para la predicción de riesgos financieros, destacando la efectividad de técnicas avanzadas como Random Forests, Support Vector Machines y Redes Neuronales, las cuales, permiten identificar patrones complejos en los datos financieros que los modelos tradicionales podrían no captar. En su estudio, Kou et al. (2014) aplican métodos de clustering y decisión multicriterio (MCDM) para evaluar algoritmos de clustering en el análisis de riesgos financieros, demostrando que métodos como el Random Forest y Support Vector Machines pueden mejorar significativamente la precisión en la predicción de riesgos.

Kou et al. (2014) afirman la importancia de estas técnicas en la detección temprana de riesgos financieros, puesto que, contribuye a las empresas tomar medidas preventivas para minimizar los incumplimientos y mejorar la toma de decisiones. Igualmente, el uso de técnicas de machine learning en combinación con Big Data ofrece una capacidad mejorada para analizar grandes volúmenes de datos no estructurados, proporcionando una visión más detallada y precisa del entorno financiero.

Finalmente, Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2009), establece que las pruebas de estrés y el análisis de escenarios son herramientas importantes en la gestión de riesgos financieros, utilizadas para evaluar la capacidad de una entidad financiera para soportar condiciones extremas, las cuales, se han convertido en un estándar global, especialmente tras la

crisis financiera, que reveló deficiencias significativas en las metodologías de pruebas de estrés utilizadas anteriormente.

Las pruebas de estrés permiten a los bancos realizar evaluaciones prospectivas de riesgo, superar las limitaciones de los modelos basados en datos históricos y apoyar la planificación de capital y liquidez; de la misma manera, ayudan a establecer la tolerancia al riesgo y a desarrollar planes de contingencia para diversas condiciones de estrés, por ello, el Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2009), recomienda que los bancos integren las pruebas de estrés en su gobernanza y cultura de gestión de riesgos, asegurando la participación activa de la alta dirección y el consejo de administración en el proceso de diseño y revisión de las pruebas.

Conviene destacar que, las pruebas de estrés deben abarcar una variedad de escenarios, tales como eventos extremos que puedan generar las mayores pérdidas o dañar la reputación del banco, teniendo presente la simultaneidad de presiones en los mercados de activos y de financiamiento, así como el impacto de la reducción de la liquidez del mercado en la valoración de las exposiciones. La adopción de pruebas de estrés como parte integral de la gestión de riesgos ayuda a las instituciones financieras a estar mejor preparadas para enfrentar crisis futuras y mitigar posibles pérdidas (Basel Committee on Banking Supervision (BCBS), 2009).

El Riesgo de liquidez es la probabilidad de no tener liquidez según lo define (Nikolaou, 2009) y la palabra “liquidez”, tiene muchas definiciones, la primera tiene que ver con el vencimiento relativo de los pasivos y los activos y la segunda con la liquidez inherente de los activos, es decir el grado en que dichos activos pueden venderse sin pérdida significativa de valor en cualquier condición de mercado (Rochet, 2008). De acuerdo a lo anterior, en contexto de incertidumbre y condiciones de mercado adversas, evaluar el riesgo de liquidez es esencial, especialmente en mercados emergentes como los latinoamericanos, caracterizados por ser más

ilíquidos que los mercados desarrollados (Janabi, 2019). Por ejemplo, Janabi (2019) desarrolló un algoritmo de optimización para mejorar el proceso de distribución de activos en carteras de múltiples activos combinando modelos sólidos de LVaR (*Liquidity Value-At-Risk*) con sistemas expertos y avanzados en técnicas de modelaje, obteniendo mejores resultados que con los métodos tradicionales de Markowitz. Por otro lado, Arias et al. (2017) realizó un diseño arquitectónico de software e implementación de un sistema de información denominado "*Liquidity Risk Management* (*LRM*)" para facilitar la obtención de información de las medidas en tiempo real para una adecuada gestión del riesgo de liquidez en entidades financieras mediante el cálculo del valor en riesgo (VaR) usando los tres métodos populares: (1) El modelo Normal, (2) Promedio Móvil Ponderado Exponencialmente y (2) Simulación Histórica.

El riesgo de crédito y/o contraparte, El riesgo de crédito es un concepto fundamental en las finanzas, refiriéndose a la posibilidad de que una contraparte no cumpla sus obligaciones, resultando en pérdidas para el prestamista o acreedor, "se deriva de las posibles pérdidas asociadas a la quiebra o deterioro del crédito de la contraparte o deudores, en contratos de mitigación del riesgo como el reaseguro, los derivados financieros, intermediaciones , así como cualquier exposición al crédito no cubierta" (González et al., 2014, p.106).

Por otro lado, Garp, P.J. (2009) define el riesgo de crédito como la pérdida económica resultado del incumplimiento de la contraparte en sus obligaciones contractuales, su medición es equivalente a reemplazar los flujos de efectivo si la contraparte incumple e independiente de la metodología utilizada para su medición, se debe identificar al menos las variables de pérdidas esperadas y no esperadas por eventos de crédito, las cuales tiene un impacto estratégico en la administración de cualquier institución financiera. Desde Basilea I el riesgo de crédito es el más importante en los requerimientos de capital de las instituciones financieras, pero la modelación a

nivel de portafolios de contrapartes dio un trabajo complejo de integrar, no existiendo a la fecha un enfoque uniforme para su tratamiento como el método denominado "Valor en Riesgo" (VaR), según Arévalo et al. (2018). Como lo señalan Gurrib y Alshahrani (2012), la diversificación permite mitigar los efectos adversos derivados del comportamiento de ciertos emisores mediante la compensación con activos más estables o con mejor desempeño, optimizando así el rendimiento ajustado al riesgo en el conjunto del portafolio.

2.3.2.2. Riesgo climático

El riesgo climático se ha convertido en una consideración fundamental para la gestión de portafolios de inversión, puesto que, hace referencia a las posibles pérdidas financieras que pueden derivarse de eventos climáticos extremos, como huracanes, inundaciones y sequías, así como de las políticas y regulaciones diseñadas para mitigar el cambio climático (Superintendencia Financiera de Colombia, 2022).

El impacto del riesgo climático en los portafolios de inversión puede ser significativo, puesto que, los activos físicos, como la infraestructura y los bienes raíces, pueden sufrir daños directos debido a eventos climáticos extremos. Además, las empresas pueden enfrentar costos adicionales para cumplir con nuevas regulaciones ambientales o adaptarse a cambios en las condiciones del mercado. Estos factores pueden afectar la rentabilidad y el valor de las inversiones (Superintendencia Financiera de Colombia, 2022).

Teniendo presente lo anterior, para una entidad como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), cuyo mandato institucional está estrechamente relacionado con la sostenibilidad y la protección ambiental, se requiere considerar el riesgo climático como una variable emergente en la gestión de sus portafolios de inversión. No se identifican activos directamente catalogados como verdes o ambientales, no obstante, el portafolio incluye

participaciones en empresas de energía, servicios públicos y sectores expuestos a cambios en la política ambiental, lo que podría traducirse en vulnerabilidades ante fenómenos climáticos extremos o nuevas regulaciones ambientales. Así, se necesita avanzar hacia el análisis del riesgo climático y su posible impacto en las inversiones de la corporación, desde una perspectiva financiera y desde su responsabilidad institucional.

De acuerdo con lo expuesto por la Superintendencia Financiera de Colombia (2022), algunas de las medidas que la CVC podría considerar son:

- Evaluación de la exposición al riesgo climático, donde se analice cómo los activos en el portafolio podrían ser afectados por eventos climáticos extremos y cambios en la política ambiental.
- Inversión en proyectos sostenibles, priorizando inversiones en proyectos y empresas que promuevan la sostenibilidad ambiental y sean resilientes al cambio climático.
- Diversificación del portafolio, en donde se aumente la diversificación para reducir la vulnerabilidad a riesgos climáticos específicos.
- Adopción de criterios ESG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza), donde al incluirlos en la selección de inversiones se puede asegurar que los activos sean sostenibles y responsables.

2.3.2.3. Modelos de medición de riesgos

En la literatura, para medir el riesgo de crédito se han identificado tres categorías de modelos para portafolios de inversión: (1) Modelos estructurales, (2) Modelos de Macro factores, (3) Modelo Actuariales (Smithson, 2003), siendo categorías que permiten evaluar la probabilidad de incumplimiento de una contraparte, así como cuantificar las pérdidas esperadas bajo diferentes condiciones de mercado.

La primera categoría, utiliza datos de mercado como insumo para simular eventos de crédito, siendo el más usado el Modelo Merton; en la segunda categoría se han utilizado modelos de series de tiempo y la tercera categoría comúnmente se usa el Credit Risk+, el cual busca estimar la función de distribución de los eventos de default del portafolio analizado a través de una simulación basada en teoría de colas (Arévalo et al., 2018).

Ahora bien, en los últimos años algunos autores han propuesto enfoques integradores que permiten aplicar estas técnicas dentro de esquemas más amplios de evaluación del riesgo financiero, por ejemplo, Sunchalin et al. (2019) desarrollan una organización metodológica que vincula la teoría de portafolio con técnicas estadísticas, simulaciones y medidas de sensibilidad, estableciendo una base sólida para evaluar y controlar riesgos de manera integral. Los aportes resultan útiles para fortalecer su medición cuando se integran con modelos estructurales clásicos.

Por otro lado, se encuentra en la literatura otras categorías para medir el riesgo, (4) Modelos Basados en el Mercado, (5) Modelos de Puntuación Crediticia, (6) Modelos de Rating Crediticio, (7) Modelos Basados en Simulación y (8) Modelos de Redes Neuronales y Machine Learning. Continuando con 4) Modelos Basados en el Mercado, se centran en la información obtenida directamente de los mercados financieros, como los spreads de los credit default swaps (CDS) y los precios de las acciones, donde, utilizan estos datos para inferir las probabilidades de default y las pérdidas esperadas, proporcionando una evaluación dinámica del riesgo de crédito basada en la percepción del mercado (Vargas y Mostajo, 2014).

Los (5) Modelos de Puntuación Crediticia, se basa en la utilización de puntajes crediticios asignados a los prestatarios, se encuentran tales como, los desarrollados por agencias como FICO que utilizan una variedad de datos financieros y demográficos para calcular un puntaje que refleja la probabilidad de default de un prestatario, por esto, son ampliamente utilizados debido a

su simplicidad y efectividad en la clasificación del riesgo (Saavedra y Saavedra, 2010; Vargas y Mostajo, 2014).

Los (6) Modelos de Rating Crediticio, emplean las calificaciones crediticias asignadas por agencias de rating, como Moody's, S&P y Fitch, por lo que, las calificaciones reflejan la evaluación de la solvencia de un emisor de deuda y se utilizan para estimar las probabilidades de default y las posibles pérdidas; es importante destacar que, permiten una comparación estandarizada del riesgo de diferentes emisores (Saavedra y Saavedra, 2010; Vargas y Mostajo, 2014).

Continuando con los (7) Modelos Basados en Simulación, como su nombre lo dice, utilizan técnicas de simulación para modelar el comportamiento de las variables financieras y económicas que afectan el riesgo de crédito, por ejemplo, el método de Monte Carlo puede simular una amplia gama de escenarios económicos y su impacto en la probabilidad de default y la pérdida esperada; razón por la cual, dichos modelos son útiles especialmente para capturar la incertidumbre y la variabilidad en el comportamiento del mercado. En otras palabras, el método de Monte Carlo utiliza técnicas de simulación para evaluar el riesgo de crédito bajo diferentes escenarios económicos y de mercado (Inquilla y Rodríguez, 2019; Vargas y Mostajo, 2014).

Finalmente, los (8) Modelos de Redes Neuronales y Machine Learning, aprovechan el poder de las técnicas avanzadas de machine learning y redes neuronales para identificar patrones complejos en los datos financieros que los modelos tradicionales podrían no captar, los cuales, pueden manejar grandes volúmenes de datos y múltiples variables para predecir el riesgo de crédito con una alta precisión; razón por la cual, se puede mejorar de manera significativa la precisión en la predicción de riesgos, ofreciendo una herramienta poderosa para la gestión del riesgo en portafolios de inversión (Saavedra y Saavedra, 2010; Solís, 2012; Vargas y Mostajo,

2014).

Algo semejante ocurre con González et al. (2014), quien realizó una evaluación de las propuestas para análisis del riesgo de contraparte que se recoge en los estudios de impacto cuantitativo sobre las compañías aseguradoras denominados *Quantitative Impact Studies* con los requerimientos de capital que se obtendrían a través de la simulación de un modelo estructural alternativo, ampliamente usado para análisis de riesgo de impago y basado en modelos estructurales denominados *option models, contingent claims* o *Merton models*, concluyendo que el uso de probabilidades basadas en un modelo estructural frente a aquellas basados en Ratings, generan mayores requerimientos de capital, posiblemente porque los datos de mercado anticipan con más rapidez que los ratings las variaciones en el nivel de riesgo. Por otro lado, Arévalo et al. (2018) propone un modelo para medir el riesgo de crédito de un portafolio tradicional (altamente seguro y liquido) de la banca central utilizando como base la metodología *CreditMetrics* para evaluar el impacto de las migraciones de crédito utilizando la variables Probabilidad de *defualt (PD)*, Exposición de crédito, Pérdida por incumplimiento (*Loss Given Default*), Perdida Esperada, Perdida inesperado, concluyendo que el modelo propuesto permite la cuantificación formal del riesgo de crédito de portafolios de inversión, logrando hacer una vinculación directa con el nivel de capital requerido de forma equivalente al modelo propuesto por los acuerdos de Basilea. En conclusión, el concepto de riesgo de crédito es complejo y requiere una comprensión integral de su definición, medición y enfoque de modelación, en este trabajo de grado se destaca la importancia de este riesgo y la necesidad de estrategias de medición y control.

Finalmente, conviene destacar, los Modelos de Reducción de Dimensión, como los modelos de análisis de componentes principales (PCA), que buscan reducir la complejidad de los datos de entrada mientras mantienen la mayor parte de la variabilidad en el riesgo de crédito,

motivo por el cual, son útiles para simplificar la estructura de los datos y facilitar el análisis sin perder información crítica sobre el riesgo (Saavedra y Saavedra, 2010; Vargas y Mostajo, 2014).

2.3.2.4. Riesgo operativo y modelos de medición

El riesgo operativo, a diferencia de los riesgos de crédito o mercado, no proviene directamente de la dinámica financiera externa, se origina dentro de las propias estructuras organizacionales. Cruz et al. (2015) señalan que se trata de las posibles pérdidas que pueden surgir por fallos en los procesos internos, errores humanos, deficiencias en los sistemas, o incluso por eventos externos inesperados. Es un tipo de riesgo que ha ganado importancia en la gestión financiera moderna debido a su alta frecuencia y al potencial impacto catastrófico cuando no es adecuadamente controlado.

Según Basel Committee on Banking Supervision (2006), el riesgo operativo debe ser tratado con una metodología robusta que permita su identificación, evaluación, monitoreo y control, siendo una de las propuestas más aceptadas el uso de modelos basados en eventos de pérdida (Loss Event Data). Los modelos recopilan datos históricos de eventos operacionales, como fraudes internos, errores de procesamiento o interrupciones tecnológicas, con el fin de estimar distribuciones de pérdidas y establecer medidas preventivas más acertadas.

Por otro lado, estudios como el de Rachev et al. (2015) han propuesto enfoques cuantitativos avanzados, como la teoría del valor extremo (EVT, por sus siglas en inglés), la cual permite modelar las colas de distribución de pérdidas operativas y captar el impacto de eventos raros pero severos. Desde esta perspectiva, la gestión del riesgo operativo cuenta con un enfoque cualitativo, matrices de impacto/probabilidad, y además, incorpora herramientas estadísticas que permiten dimensionar la exposición real.

De la misma manera, los modelos de redes bayesianas han sido explorados como una alternativa eficiente para evaluar dicho riesgo, especialmente en contextos de incertidumbre donde las relaciones entre variables no son lineales. Neil et al. (2005) destacan que las redes permiten integrar conocimiento experto con evidencia empírica, facilitando la simulación de escenarios y la toma de decisiones bajo condiciones dinámicas. En el caso de entidades públicas como la CVC, el riesgo operativo afecta la eficiencia interna, comprometiendo la confianza institucional ante entes de control; por tanto, la implementación de modelos de riesgo operativo adecuados mejora la gobernanza organizacional y fortalece la credibilidad y la sostenibilidad de la gestión financiera.

En complemento a los modelos de medición presentados, es indispensable considerar estrategias operativas que permitan monitorear y mitigar los riesgos identificados. En el caso del riesgo de crédito, se sugiere la implementación de sistemas de alertas tempranas basados en indicadores de deterioro crediticio y seguimiento periódico a las calificaciones de riesgo de los emisores. Para el riesgo de liquidez, se requiere establecer políticas de cobertura mediante reservas de liquidez y realizar pruebas de estrés para escenarios de iliquidez severa. Finalmente, el riesgo operativo puede ser monitoreado mediante indicadores clave de riesgo (KRIs), auditorías internas continuas y esquemas de reporte de eventos de pérdida, que permitan anticipar fallas en los procesos y evaluar su impacto potencial (Basel Committee on Banking Supervision, 2006; Cruz et al., 2015). La combinación de los enfoques contribuye a una administración integral del portafolio de inversiones de acuerdo con con las mejores prácticas internacionales.

2.4 Capítulo XXXI sistema integral de administración de riesgos (SIAR) - Superfinanciera

El capítulo XXXI Sistema Integral De Administración De Riesgos (Siar) Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) establece un marco integral para la gestión de riesgos de mercado, liquidez, crédito y contraparte en entidades vigiladas. Este documento se convierte en una herramienta fundamental para el desarrollo de una tesis sobre modelos de riesgos en inversiones financieras, ya que proporciona directrices claras y específicas sobre la identificación, medición, evaluación y control de los diferentes tipos de riesgos inherentes a la actividad financiera.

En este contexto, el trabajo de grado se enfoca en analizar las disposiciones de la circular y su aplicación práctica en la construcción de un modelo de riesgos robusto y efectivo. Se examinarán las metodologías de identificación y medición de riesgos, incluyendo las métricas cuantitativas y cualitativas, así como las herramientas de evaluación y control, como los límites de exposición, las pruebas de estrés y las políticas de gestión de riesgos.

2.4.1. Identificación de Riesgos

Enfatiza la importancia de una identificación exhaustiva de los riesgos a los que se expone una entidad. Esto implica un análisis detallado de los diferentes factores que pueden afectar el valor de las inversiones, la capacidad de cumplir con las obligaciones financieras y la solvencia de las contrapartes. Algunos de los riesgos clave que deben ser considerados incluyen:

Riesgo de Mercado: Fluctuaciones en el valor de las inversiones debido a cambios en las tasas de interés, precios de activos, tipos de cambio, etc.

Riesgo de Liquidez: Dificultad para convertir activos en efectivo de manera oportuna y a un precio razonable.

Riesgo de Crédito: Posibilidad de incumplimiento de las contrapartes en sus obligaciones financieras.

Riesgo de Contraparte**:** Pérdidas potenciales debido a la insolvencia o incumplimiento de una contraparte en operaciones no compensadas centralmente.

Riesgo Operacional: Pérdidas potenciales derivadas de fallos en los procesos internos, errores humanos, sistemas defectuosos o eventos externos que afecten las operaciones de la entidad.

2.4.2. Medición de Riesgos

Una vez identificados los riesgos, es necesario medir su magnitud e impacto potencial. La circular establece diferentes métodos cuantitativos y cualitativos para la medición de riesgos, como:

Valor en Riesgo (VaR): Estimación estadística de la pérdida máxima potencial en un período de tiempo y nivel de confianza determinados; es ampliamente utilizado por su capacidad para proporcionar una medida clara y comprensible del riesgo, aunque tiene limitaciones en situaciones extremas o de cola de distribución.

Duración y Convexidad: Métricas que miden la sensibilidad del precio de un instrumento de renta fija a cambios en las tasas de interés. La duración proporciona una estimación lineal del impacto de los cambios en las tasas de interés, mientras que la convexidad ajusta esta estimación para tener en cuenta la curvatura de la relación entre el precio y la tasa de interés, ofreciendo así una medida más precisa en grandes fluctuaciones.

Pruebas de Estrés: Simulaciones que evalúan el impacto de escenarios adversos en la cartera de inversiones, por lo cual, permiten a las instituciones financieras comprender cómo diferentes condiciones de mercado, como crisis financieras, cambios abruptos en las tasas de interés o colapsos de mercado, pueden afectar sus posiciones y solvencia, ayudando a preparar planes de contingencia y estrategias de mitigación.

Análisis de Sensibilidad: Evaluación del impacto de cambios en variables clave, como tasas de interés o precios de activos, en el valor de la cartera, por lo cual, ayuda a identificar cuáles factores tienen el mayor impacto en el riesgo y rendimiento de la cartera, permitiendo una gestión proactiva del riesgo.

Expected Shortfall (ES) o Conditional Value at Risk (CVaR): Método que ha ganado popularidad como una alternativa al VaR, que estima la pérdida máxima en un cierto porcentaje de confianza, el ES mide la pérdida promedio en los peores casos, proporcionando una medida más coherente y útil del riesgo de cola, especialmente en situaciones extremas.

Modelos de Simulación de Monte Carlo: Utilizan técnicas de simulación para generar una amplia gama de posibles resultados futuros basados en distribuciones probabilísticas de las variables de riesgo, permitiendo evaluar cómo variaciones en las condiciones de mercado pueden afectar la cartera, ofreciendo una visión detallada y probabilística del riesgo.

Análisis de Escenarios: Similar a las pruebas de estrés, pero se centra en un conjunto específico de condiciones de mercado hipotéticas para evaluar su impacto, por tal motivo, los escenarios pueden basarse en eventos históricos o proyecciones de futuros eventos, y ayudan a las instituciones a prepararse para una variedad de posibles futuros.

2.4.3. Evaluación y Control de Riesgos

La evaluación de riesgos implica analizar la información obtenida de la medición y determinar la tolerancia al riesgo de la entidad. Esto se traduce en la definición de límites de exposición y políticas de gestión de riesgos. Establece la necesidad de contar con un proceso de gestión de riesgos integral que incluya:

Políticas de Gestión de Riesgos: Definición de los roles y responsabilidades, procesos de control y mecanismos de supervisión.

Límites de Exposición: Restricciones en la cantidad de riesgo que la entidad está dispuesta a asumir.

Pruebas de Estrés: Evaluación periódica de la capacidad de la entidad para soportar escenarios adversos.

Planes de Contingencia: Estrategias para mitigar los riesgos y minimizar las pérdidas potenciales.

Proporciona un marco sólido para la gestión de riesgos en inversiones financieras. Su aplicación en la construcción de un modelo de riesgos permite a las entidades identificar, medir, evaluar y controlar los diferentes tipos de riesgos a los que se exponen, lo que contribuye a una toma de decisiones más informada y a una mayor estabilidad financiera. La tesis profundizará en estos aspectos, analizando las mejores prácticas y las herramientas disponibles para implementar un modelo de riesgos efectivo en el contexto colombiano.

2.4.4. Clasificadores de Riesgos

En la gestión de riesgos financieros, los clasificadores de riesgos son fundamentales para evaluar y categorizar los diversos tipos de riesgos a los que se enfrenta una entidad, donde los principales clasificadores de riesgos identificados en este capítulo son:

Riesgo de Mercado: Fluctuaciones en el valor de las inversiones debido a cambios en las tasas de interés, precios de activos, tipos de cambio y otros factores de mercado. La volatilidad del mercado puede afectar significativamente el valor de los portafolios de inversión, por lo que la medición y gestión de este riesgo es crucial para la estabilidad financiera.

Riesgo de Crédito: Posibilidad de incumplimiento de las contrapartes en sus obligaciones financieras, por lo cual, es evaluado mediante modelos de puntuación crediticia y calificaciones crediticias proporcionadas por agencias de rating. Se utilizan datos históricos y características financieras de los deudores para asignar una puntuación que refleja su probabilidad de incumplimiento, mientras que las agencias de rating evalúan la solvencia de los emisores de deuda.

Riesgo de Liquidez: Centrado en la capacidad de la entidad para convertir sus activos en efectivo de manera oportuna y a un precio razonable, el cual, puede surgir de descalces entre los activos y pasivos y de condiciones adversas en los mercados financieros. Una gestión adecuada del riesgo de liquidez es fundamental para asegurar que la entidad pueda cumplir con sus obligaciones financieras a medida que se vencen.

Riesgo Operacional: Son las pérdidas potenciales derivadas de fallos en los procesos internos, errores humanos, sistemas defectuosos o eventos externos, por ello, se enfoca en

mejorar la eficiencia y la seguridad de las operaciones diarias de la entidad; puede abarcar desde problemas tecnológicos hasta fraudes internos.

Riesgo de Contraparte: Pérdidas que pueden ocurrir debido a la insolvencia o incumplimiento de una contraparte en operaciones no compensadas centralmente, por ende, se hace necesario en transacciones de derivados y otras operaciones financieras, donde la solvencia de la contraparte puede afectar significativamente el resultado de la operación.

Riesgo Legal y de Cumplimiento: Se relaciona con pérdidas resultantes de litigios, sanciones regulatorias y daños reputacionales debido al incumplimiento de leyes y regulaciones aplicables, por este motivo, se debe asegurar que la entidad cumple con todas las normativas legales y reguladoras pertinentes.

Riesgo Estratégico: Pérdidas potenciales debido a decisiones empresariales equivocadas, ejecución fallida de estrategias o la falta de respuesta adecuada a cambios en el entorno de negocios. Es gestionado a través de una planificación cuidadosa y una evaluación continua del entorno competitivo.

Riesgo Reputacional: pérdida potencial debida a una disminución en la confianza de los clientes, inversores y otros stakeholders, por ello, puede ser consecuencia de malas prácticas, fraudes o fallos significativos en la gestión de otros tipos de riesgos.

2.4.5. Impacto del SIAR en la Estabilidad Financiera

El Sistema Integral de Administración de Riesgos (SIAR) de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) desempeña un papel esencial en la estabilidad financiera de las instituciones, donde evalúa el impacto del SIAR mediante la implementación de directrices y controles que aseguran una gestión integral de los riesgos financieros, tales como, la

identificación, medición, evaluación y control de riesgos de mercado, liquidez, crédito y contraparte.

Es importante especificar que el SIAR de la SFC establece directrices y marcos generales para la gestión de riesgos, pero permite cierta flexibilidad a las entidades financieras para implementar sus propias metodologías, siempre y cuando estas sean adecuadas y cumplan con los estándares regulatorios, contribuyendo a las instituciones la posibilidad de adaptar sus sistemas de gestión de riesgos a sus necesidades específicas, promoviendo una gestión más efectiva y personalizada de los riesgos.

Motivo por el cual, la efectividad del SIAR se refleja en la capacidad de las entidades para mantener su solvencia y estabilidad incluso en escenarios adversos, por ejemplo, a través de la realización periódica de pruebas de estrés, las instituciones pueden identificar y mitigar posibles vulnerabilidades, asegurando así una gestión proactiva de los riesgos; dichas prácticas contribuyen a una mayor resiliencia del sistema financiero, minimizando el riesgo de crisis sistémicas.

2.4.6. Tecnologías Avanzadas en el SIAR

La integración de tecnologías avanzadas, como big data y blockchain, en el SIAR puede mejorar significativamente la gestión de riesgos, puesto que, Big data permite el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real, proporcionando insights valiosos sobre patrones de riesgo y tendencias emergentes, por ejemplo, el uso de algoritmos de machine learning puede ayudar a predecir eventos de riesgo y a tomar decisiones más informadas y rápidas.

Por otro lado, Blockchain, ofrece una mayor transparencia y seguridad en las transacciones financieras, por esto, la tecnología de contabilidad distribuida puede ser utilizada para asegurar la

integridad de los datos, reducir el riesgo de fraude y mejorar la eficiencia operativa. La implementación de blockchain en los procesos de auditoría y cumplimiento regulatorio contribuye a fortalecer la confianza y la transparencia en el sistema financiero.

2.4.7. Importancia de la Ciberseguridad

La ciberseguridad es una componente crítica en la gestión de riesgos del SIAR, puesto que, con el creciente uso de tecnologías digitales, las instituciones financieras en Colombia deben protegerse contra amenazas cibernéticas que podrían comprometer la integridad y la disponibilidad de sus sistemas y datos. La implementación de medidas de ciberseguridad robustas, como la encriptación de datos, la autenticación multifactorial y la monitorización continua de redes, es esencial para prevenir ciberataques y garantizar la continuidad del negocio.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para diseñar el modelo de gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca consta de tres fases interrelacionadas que abordan el diagnóstico, la identificación y el control de los riesgos, y la elaboración de un manual de gestión de riesgos.

En esta primera fase, se realiza un diagnóstico inicial de los riesgos financieros del portafolio de inversiones, utilizando el método analítico, se examina la información contenida en la ficha técnica del portafolio con datos sobre la composición del portafolio, tipos de activos, rendimientos históricos y metodologías actuales de gestión de riesgos, permitiendo identificar las principales áreas de riesgo y las oportunidades de mejora en la gestión actual; por tanto, se emplean técnicas descriptivas para comprender mejor los riesgos inherentes y las características del portafolio.

En la segunda fase, la metodología se estructuró para la medición, evaluación y control de

los riesgos financieros del portafolio, en correspondencia con el segundo objetivo específico del estudio. Se procede a la identificación, medición, evaluación y control de los riesgos financieros del portafolio de inversiones. Se utilizan metodologías avanzadas como el Valor en Riesgo (VaR), simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad, las cuales son técnicas ampliamente reconocidas por su capacidad para proporcionar una visión detallada y cuantitativa de los riesgos.

Se calcula el VaR para medir el riesgo de pérdidas significativas con un nivel de confianza del 99%, por lo cual, permite cuantificar la máxima pérdida esperada bajo condiciones normales de mercado durante un horizonte temporal específico. Luego, se realizan 1,000,000 simulaciones para evaluar la variabilidad y el comportamiento probable de los activos del portafolio bajo diferentes escenarios económicos, por lo cual, se considera una metodología robusta y detallada facilita la identificación de riesgos asociados a la volatilidad del mercado.

Posteriormente, se evalúa cómo las variaciones en las principales variables financieras afectan el valor del portafolio, ayudando a identificar los factores de riesgo más críticos y su impacto potencial. De esta manera, con dichos métodos de análisis proporcionan una base sólida para determinar el nivel de riesgo que la organización está dispuesta a asumir y para establecer estrategias de control y mitigación adecuadas para los riesgos identificados.

Finalmente, en la tercera fase, se elabora un manual de gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones, el cual, contiene la identificación, análisis, valoración y control de los riesgos financieros, con el objetivo de garantizar una gestión eficiente y segura de las inversiones. Se detallan las políticas de inversión, las responsabilidades de los actores involucrados en la gestión del riesgo, y los procedimientos específicos para el análisis, medición, evaluación y control de los riesgos financieros.

El manual se estructura de manera que pueda ser utilizado como una guía práctica para la implementación y mantenimiento del modelo de gestión de riesgos diseñado en la fase anterior. Contiene procedimientos claros para la revisión y actualización periódica del manual, asegurando su relevancia y eficacia continua, también se destaca la importancia de la capacitación continua del personal y la integración de nuevas metodologías y tecnologías en la gestión de riesgos, por lo cual, es un documento de referencia para la gestión proactiva de los riesgos financieros y contribuye a la sostenibilidad y resiliencia del portafolio de inversiones a largo plazo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión de riesgos para el portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, que permita determinar los riesgos asociados a las inversiones y garantizar una gestión eficiente y segura de las mismas.

4.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico integral de los riesgos financieros del portafolio de inversiones, identificando la exposición a riesgos y las limitaciones del modelo actual de gestión.
- Estructurar metodológicamente el diseño del modelo de gestión de riesgos financieros, definiendo criterios, técnicas y herramientas analíticas acordes al portafolio de inversiones de la CVC.
- Elaborar un manual de gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones con la identificación, análisis, valoración y control de los riesgos.

5. RESULTADOS

Con el presente modelo se pretende aportar una metodología que permita a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca aprovechar las oportunidades de inversión que ofrecen los diferentes gestores y a anticiparse o prever situaciones que puedan provocar pérdidas económicas.

A través del modelo realizado, se puede tener un diagnóstico de la actual gestión de riesgos financieros del portafolio de la Corporación Autónoma que permita identificar las oportunidades y mejoras en el control de los riesgos financieros y como resultado de este trabajo, la propuesta del modelo de gestión de riesgos financieros que permitirá identificar, controlar y realizar un seguimiento a los riesgos financieros. Por último, se espera mejorar y actualizar el Manual de gestión de Riesgos financieros del portafolio de inversión de la entidad.

Para comprender mejor la estructura y las políticas del portafolio de la CVC, se elaboró una ficha técnica (Ver Anexo A) que detalla los componentes y las estrategias de inversión, en este caso, se evidenció que el portafolio de inversiones de la Corporación está constituido por un conjunto diversificado de activos financieros de renta fija y renta variable. Entre los tipos de activos admisibles se incluyen títulos de tesorería (TES), bonos corporativos emitidos tanto por entidades públicas como privadas, certificados de depósito a término (CDT), y cuentas de ahorro y corriente en instituciones financieras idóneas. De la misma manera, se consideran esquemas fiduciarios, participaciones en fondos de inversión de alta calificación, acciones de empresas nacionales y diversificación en títulos de deuda pública y bonos corporativos de alta calificación en el exterior.

Ahora, la política de preservación de capital de la CVC se basa en la implementación de un sistema de control de riesgos para minimizar pérdidas y en la conservación del poder adquisitivo

del patrimonio líquido frente a la inflación. La estructura de control está compuesta por el Comité General de Inversiones, el Comité Operativo de Inversiones y el Grupo de Tesorería y Gestión de Capitales, que supervisan y gestionan las decisiones de inversión.

Al cierre del año 2023, el portafolio total de la CVC tenía un valor de $2.063.212 millones de pesos, distribuidos en $521.986 millones en renta fija local, $157.506 millones en portafolio exterior y $1.383.720 millones en renta variable. El análisis de inversiones tiene presente la duración promedio y modificada del portafolio, con una TIR al vencimiento del 10.02% y una TIR de tenencia del 8.28%. El VaR mensual al 99% es del 1.91%, con una inflación del 51.34% y tasas de referencia como el IBR y TF del 9.50% y 39.16%, respectivamente (CVC, 2023).

Por otro lado, la gestión de riesgos del portafolio se clasifica en riesgos de mercado, crédito y liquidez. En cuanto a los riesgos de mercado, se evalúa la sensibilidad del portafolio a cambios en las tasas de interés mediante la duración y duración modificada, así como el valor en riesgo (VaR), que mide las pérdidas potenciales significativas en un horizonte temporal específico con un nivel de confianza del 99%.

Los riesgos de crédito se analizan mediante la calificación crediticia de los activos, evaluando la solvencia de los emisores. Los riesgos de liquidez se miden por la disponibilidad de activos líquidos, es decir, la proporción de activos que pueden convertirse rápidamente en efectivo. Cada una de estas categorías de riesgo se evalúa en términos de probabilidad e impacto, y se implementan estrategias de mitigación como la diversificación del portafolio y la selección cuidadosa de emisores para minimizar el riesgo de crédito, además de mantener reservas de efectivo para enfrentar necesidades imprevistas.

El portafolio de inversiones en renta fija se diversifica tanto por plazo como por tipo de título, por ejemplo, en términos de plazo, la mayor participación se encuentra en los activos con

vencimiento de 366 a 1095 días, mientras que, en términos de tipo de título, destacan los bonos privados en USD y los certificados de depósito a término (CDT). Respecto al portafolio exterior, predominan los bonos privados en USD, mientras que, en el portafolio local, se encuentran en mayor proporción los CDT y las cuentas de ahorro.

Conviene destacar que, el portafolio de renta variable de la CVC cuenta con acciones de diversas empresas, con una significativa participación en EPSA - CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P. y ACUAVALLE, permitiendo a la entidad aprovechar oportunidades de crecimiento en el mercado de acciones.

De esta manera, la ficha técnica detallada, como Anexo A en el presente documento, proporciona una visión comprensiva y estructurada del portafolio de inversiones de la CVC, por ello, desde la consultoría, esta información fue fundamental para el diagnóstico inicial de los riesgos financieros y para el diseño del modelo de gestión de riesgos que se propone, el cual, busca identificar y controlar los riesgos, donde permita un seguimiento continuo, permitiendo una gestión proactiva y eficaz del portafolio de inversiones. Además, se espera que este trabajo contribuya a la actualización del Manual de Gestión de Riesgos Financieros, mejorando las prácticas actuales y alineándolas con las mejores estrategias y técnicas disponibles en el mercado.

Ahora, para cumplir con el segundo objetivo específico, que es diseñar un modelo de gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones, se procedió inicialmente a evaluar tres propuestas metodológicas distintas, donde cada una tenía como finalidad identificar, medir, evaluar y controlar los riesgos asociados al portafolio de inversiones de la CVC, las cuales se describen de manera detallada a continuación, mostrando el correspondiente proceso y las

características de cada una de las propuestas evaluadas, así como la justificación para seleccionar la propuesta final.

La primera propuesta, como se evidencia en la Tabla 1, se basó en metodologías tradicionales que utilizan el Valor en Riesgo (VaR) y pruebas de estrés básicas, la cual, tenía como objetivo medir el riesgo de pérdida y evaluar el impacto de escenarios extremos utilizando herramientas sencillas como las fórmulas y funciones estadísticas disponibles en Excel. La implementación de esta propuesta era bastante accesible debido a su fácil interpretación, pero presentaba limitaciones en términos de precisión en condiciones extremas y no incluía análisis sofisticados.

Tabla 1.

Propuesta modelo 1

Propuesta Modelo 1: Metodologías tradicionales

Componentes	Descripción
Metodología	Valor en Riesgo (VaR) y Pruebas de Estrés Básicas
Objetivo	Medir el riesgo de pérdida y evaluar el impacto de escenarios extremos
Herramientas	Excel: Fórmulas y funciones estadísticas
Implementación	Calcular el VaR para diferentes activos Realizar pruebas de estrés
Beneficios	Fácil implementación Interpretación sencilla
Limitaciones	Menor precisión en condiciones extremas No incluye análisis sofisticados

Nota. Elaboración propia

La segunda propuesta, como se puede observar en la Tabla 2, incluye técnicas avanzadas en Excel como la Simulación de Monte Carlo, el Expected Shortfall (ES) y el análisis de

sensibilidad, donde el objetivo era proporcionar una medición más precisa del riesgo y evaluar la resiliencia del portafolio; la metodología permitía una evaluación detallada de escenarios y sensibilidad, aunque requería conocimientos avanzados de Excel y un mayor tiempo de implementación.

Tabla 2.

Propuesta modelo 2

Propuesta Modelo 2: Técnicas avanzadas en Excel

Componentes	Descripción
Metodología	VaR por Simulación de Monte Carlo, Expected Shortfall (ES), Análisis de Sensibilidad
Objetivo	Proporcionar una medición precisa del riesgo y evaluar la resiliencia del portafolio
Herramientas	Excel: Funciones estadísticas avanzadas, Macros VBA
Implementación	Simulación de Monte Carlo Cálculo del Expected Shortfall Análisis de sensibilidad
Beneficios	Mayor precisión Evaluación detallada de escenarios y sensibilidad
Limitaciones	Requiere conocimientos avanzados de Excel Mayor tiempo de implementación

Nota. Elaboración propia

La tercera propuesta, como se evidencia en la Tabla 3, combinaba elementos de las dos metodologías anteriores, utilizando una combinación de VaR, Simulación de Monte Carlo y análisis de sensibilidad, donde el objetivo es proporcionar una visión probabilística detallada del comportamiento del portafolio, logrando un balance entre simplicidad y precisión. Las herramientas empleadas tienen presente funciones estadísticas avanzadas y macros en VBA (opcionalmente), permitiendo una implementación práctica sin comprometer la calidad del análisis, aunque requiere conocimientos intermedios de Excel y VBA.

Tabla 3.

Propuesta modelo 3

Propuesta Modelo 3: Enfoque Híbrido

Componentes	Descripción
Metodología	Combinación de VaR, Simulación de Monte Carlo, Análisis de Sensibilidad
Objetivo	Proporcionar una visión probabilística detallada del comportamiento del portafolio
Herramientas	Excel: Funciones estadísticas, Macros VBA (opcional), Simulaciones
Implementación	Base VaR Realizar simulaciones de Monte Carlo Evaluar sensibilidad
Beneficios	Balance entre simplicidad y precisión Análisis comprensivo
Limitaciones	Complejidad intermedia Requiere conocimientos de simulación y análisis

Nota. Elaboración propia

Es así como, después de una cuidadosa evaluación de las tres propuestas metodológicas, se optó por el Enfoque Híbrido como la mejor alternativa para gestionar los riesgos financieros del portafolio de inversiones, debido a que, logra un equilibrio óptimo entre simplicidad y precisión, puesto que, al combinar la simplicidad de las metodologías tradicionales con la precisión de técnicas avanzadas como la simulación de Monte Carlo, proporciona una solución robusta que es práctica de implementar sin comprometer la calidad del análisis.

Además, ofrece una visión probabilística detallada, permitiendo generar una amplia gama de escenarios posibles, por lo tanto, es una capacidad fundamental para comprender las posibles variaciones y riesgos asociados al portafolio, brindando una perspectiva completa y precisa de su comportamiento.

El Enfoque Híbrido también destaca por su análisis comprensivo, ya que, al incorporar análisis de sensibilidad, permite evaluar cómo los cambios en variable clave, como la rentabilidad, afectan al portafolio, contribuyendo a identificar factores críticos y tomar decisiones informadas.

A pesar de requerir conocimientos avanzados de Excel y VBA (opcional), las herramientas utilizadas en este enfoque son manejables para el equipo de la CVC, que cuenta con la capacitación adecuada, convirtiéndose en una flexibilidad en la implementación, que asegura que el modelo puede ser mantenido y ajustado internamente sin necesidad de recurrir a soluciones externas.

Otro aspecto destacado del Enfoque Híbrido es su capacidad para evaluar detalladamente y mejorar la resiliencia del portafolio, puesto que, utilizando el VaR como base y complementando con simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad, se logra una evaluación exhaustiva de los escenarios y condiciones extremas, proporcionando una gestión de riesgos efectiva y proactiva.

Finalmente, el Enfoque Híbrido facilita la interpretación de los resultados, haciendo que estos sean claros y accionables para la toma de decisiones estratégicas, por esto, la elección de este modelo se justifica plenamente por su capacidad para proporcionar una evaluación integral y precisa de los riesgos financieros, equilibrando la simplicidad y la complejidad técnica de manera efectiva.

Es así como, para iniciar con la elaboración del modelo de gestión de riesgos financieros, se inició utilizando la metodología de simulación de Monte Carlo, ya que, es una técnica avanzada que permite generar múltiples escenarios posibles de rendimiento del portafolio, proporcionando

una visión detallada de cómo podrían comportarse las inversiones bajo diferentes condiciones de mercado.

En este caso, se realizaron un total de 1,000,000 simulaciones para evaluar los rendimientos de los diferentes componentes del portafolio: Renta Fija Local, Portafolio Exterior y Renta Variable, ya que, es una extensa cantidad de simulaciones que asegura una representación robusta y detallada de las posibles variaciones en los rendimientos de los activos. Conviene destacar que, para proceder con este análisis, como se evidencia en la Tabla 4, fue necesario previamente realizar el cálculo de la media y desviación estándar de cada componente, los cuales, son la base de dicho análisis.

Es importante mencionar que, los **resultados presentados de aquí en adelante reflejan una de las múltiples posibles ejecuciones del modelo de simulación de Monte Carlo**, dado que este método se basa en generar escenarios aleatorios, cada vez que se ejecuta el modelo, los resultados pueden variar ligeramente; no obstante, el escenario base y las condiciones de simulación se mantienen constantes, garantizando que **las conclusiones generales sobre la variabilidad y el riesgo de los componentes del portafolio son consistentes y válidas**, independientemente de las variaciones específicas en los resultados numéricos.

Tabla 4.

Bases simulación Monte Carlo

	Renta Fija Local	**Portafolio Exterior**	**Renta Variable**
Media	$ 67.949,16	39.376,50	$ 133,426.55
Desviación. Estand	$ 56.113,07	58.499,36018	$ 328.220.53

Nota. Elaboración propia. Cifras Expresadas en millones de pesos

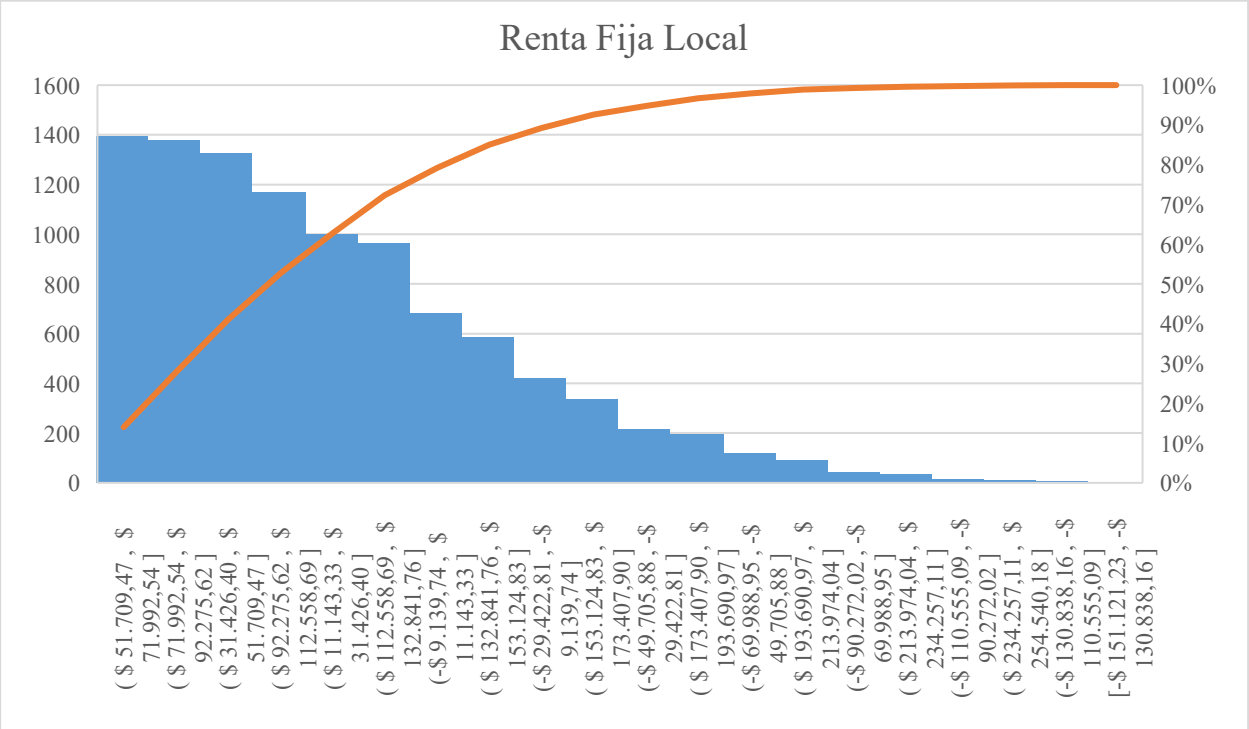
Los resultados obtenidos de estas simulaciones se realizaron a través de una tabla con los valores simulados para cada uno de los componentes del portafolio, cada fila de la tabla

representa una simulación individual, y las columnas indican los rendimientos específicos para Renta Fija Local, Portafolio Exterior y Renta Variable. A partir de estos datos, se calcularon las distribuciones de frecuencias, que se representan gráficamente en los histogramas, los cuales, ilustran la distribución de los rendimientos simulados, proporcionando una visualización clara de la variabilidad y los posibles resultados extremos de cada componente del portafolio.

Es así como, el análisis de las simulaciones de Monte Carlo para la Renta Fija, como se evidencia en la Figura 2, muestra una distribución significativa de rendimientos, puesto que, el histograma correspondiente revela que la mayor concentración de rendimientos se encuentra en el rango de -$46,426.37 a -$39,610.17, con una frecuencia de más de 1,600 simulaciones en este intervalo, siendo un patrón que indica una alta probabilidad de que los rendimientos se sitúen en este rango específico. La cola derecha del histograma se extiende hacia rendimientos positivos, pero con menor frecuencia, evidenciando que, aunque hay posibilidades de obtener rendimientos positivos, son menos probables. La media de los rendimientos para Renta Fija Local es de $67,949.16, y la desviación estándar es de $56,113.07, lo que refleja la variabilidad en los rendimientos esperados.

Figura 2.

Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Renta Fija

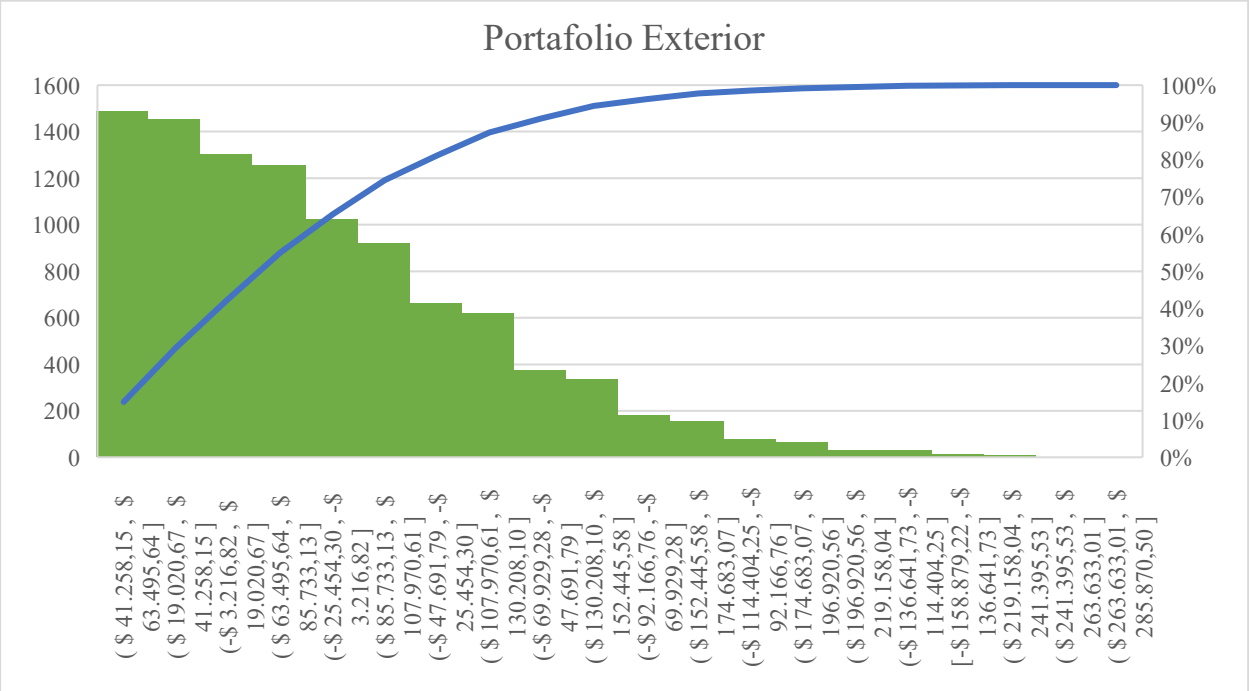


Nota. Elaboración propia. Cifras Expresadas en millones de pesos

Ahora, para el Portafolio Exterior, el histograma de las simulaciones de Monte Carlo, reflejado en la Figura 3, indica que los rendimientos están distribuidos de manera más dispersa en comparación con la Renta Fija Local. La mayor concentración de rendimientos se observa en el intervalo de -$33,395.27 a -$26,148.95, con aproximadamente 1,500 simulaciones en este rango, evidenciando que existe una probabilidad considerable de experimentar rendimientos negativos significativos. A medida que se mueve hacia la derecha del histograma, la frecuencia de rendimientos positivos aumenta ligeramente, pero aún permanece relativamente baja en comparación con los rendimientos negativos. La media para el Portafolio Exterior es de $39,376.50, y la desviación estándar es de $58,499.36, mostrando una mayor dispersión y riesgo asociado con este componente del portafolio.

Figura 3.

Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Portafolio Exterior

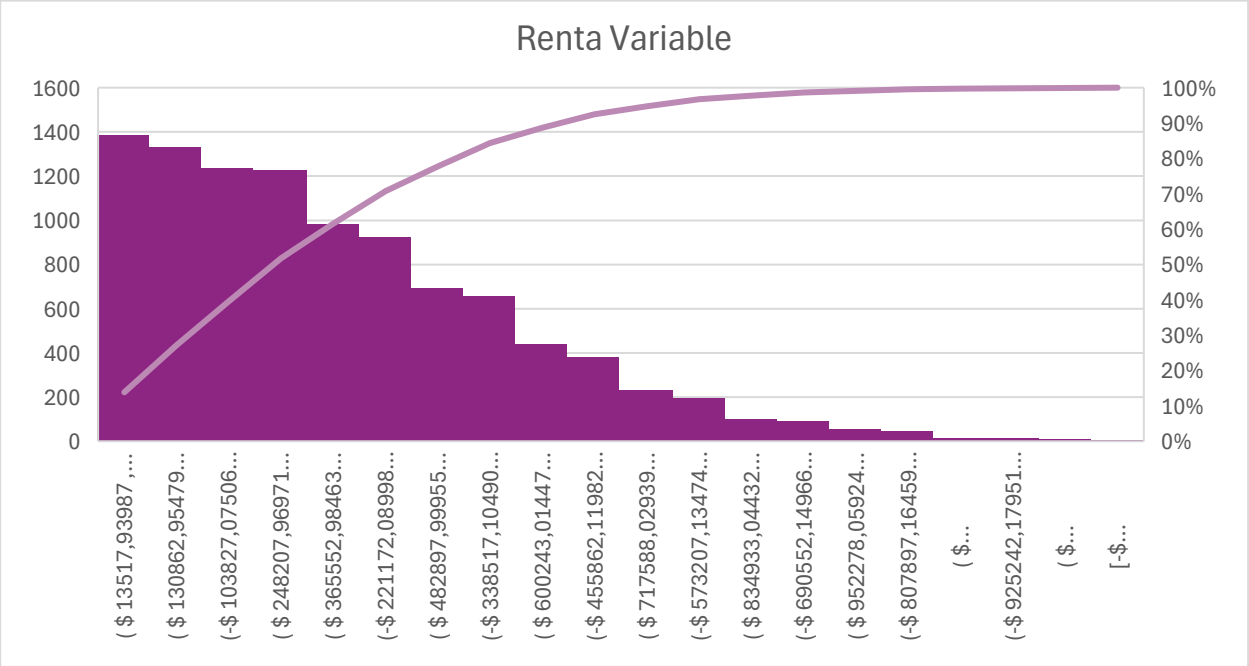


Nota. Elaboración propia. Cifras Expresadas en millones de pesos

Luego, en el análisis de las simulaciones de Monte Carlo para la Renta Variable, como se muestra en la Figura 4, se evidencia una distribución aún más amplia y dispersa de rendimientos, ya que, el histograma muestra que la mayor concentración de rendimientos se encuentra en el intervalo de -$137,745.67 a -$60,139.96, con una frecuencia que supera las 1,600 simulaciones en este rango. Es un componente que presenta la mayor volatilidad, lo que se refleja en su media de $133,426.55 y una alta desviación estándar de $328,220.53. La cola derecha del histograma se extiende hacia rendimientos muy positivos, pero estos casos son poco frecuentes, proponiendo que, aunque hay potencial para altos rendimientos, el riesgo de pérdidas significativas es considerablemente alto.

Figura 4.

Análisis de las simulaciones de Monte Carlo para Renta Variable



Nota. Elaboración propia. Cifras Expresadas en millones de pesos

De esta manera, se puede afirmar que, los resultados resaltan las características y riesgos inherentes de cada componente del portafolio, ya que, la Renta Fija, aunque menos volátil, presenta una probabilidad significativa de rendimientos negativos; el Portafolio Exterior muestra una dispersión considerable, con riesgos y rendimientos potenciales moderados; finalmente, la Renta Variable, con la mayor variabilidad, ofrece oportunidades de altos rendimientos como el riesgo de pérdidas severas, por lo tanto, la información analizada es fundamental para tomar decisiones informadas sobre la composición y estrategia de inversión del portafolio, permitiendo gestionar los riesgos y aprovechar las oportunidades de manera efectiva.

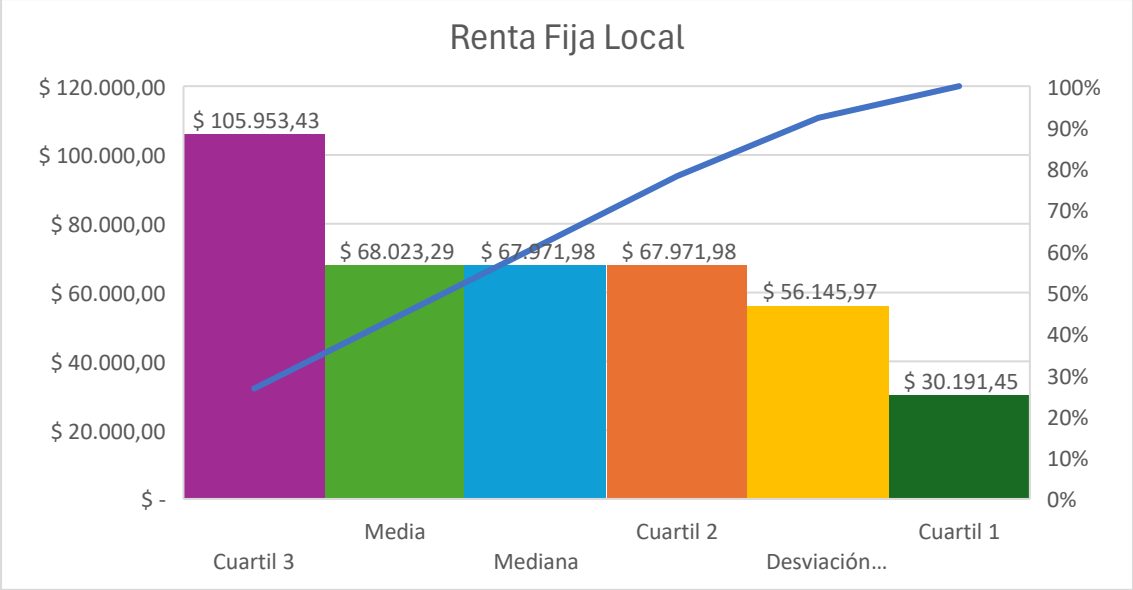
Después de realizar las simulaciones de Monte Carlo para evaluar los diferentes componentes del portafolio, se procedió a un análisis estadístico más detallado, calculando la media, mediana, desviación estándar y los cuartiles 1, 2 y 3 de los rendimientos obtenidos, donde

los cálculos proporcionan una visión más profunda de la distribución y la variabilidad de los rendimientos, permitiendo una mejor comprensión de los riesgos y las oportunidades asociadas con cada componente del portafolio.

Para Renta Fija Local, como se evidencia en la Figura 5, los resultados de la simulación muestran una media de $ 68,008.15, una mediana de $ 67,985.89 y una desviación estándar de $56,058.99. Los cuartiles 1, 2 y 3 son $30,175.56, $67,985.89 y $105,790.63 respectivamente, por ello, la estadística evidencia que, aunque la media y la mediana son relativamente cercanas, sugiere una distribución simétrica, por otro lado, la alta desviación estándar y los valores de los cuartiles indican una variabilidad considerable en los rendimientos. Es así como, se muestra una distribución amplia con una significativa concentración de rendimientos en el rango medio-bajo, pero con colas extendiéndose tanto hacia rendimientos muy bajos como moderadamente altos, apuntando a un riesgo moderado, pero con una oportunidad limitada para rendimientos excepcionales.

Figura 5.

Análisis estadístico de Monte Carlo Renta Fija

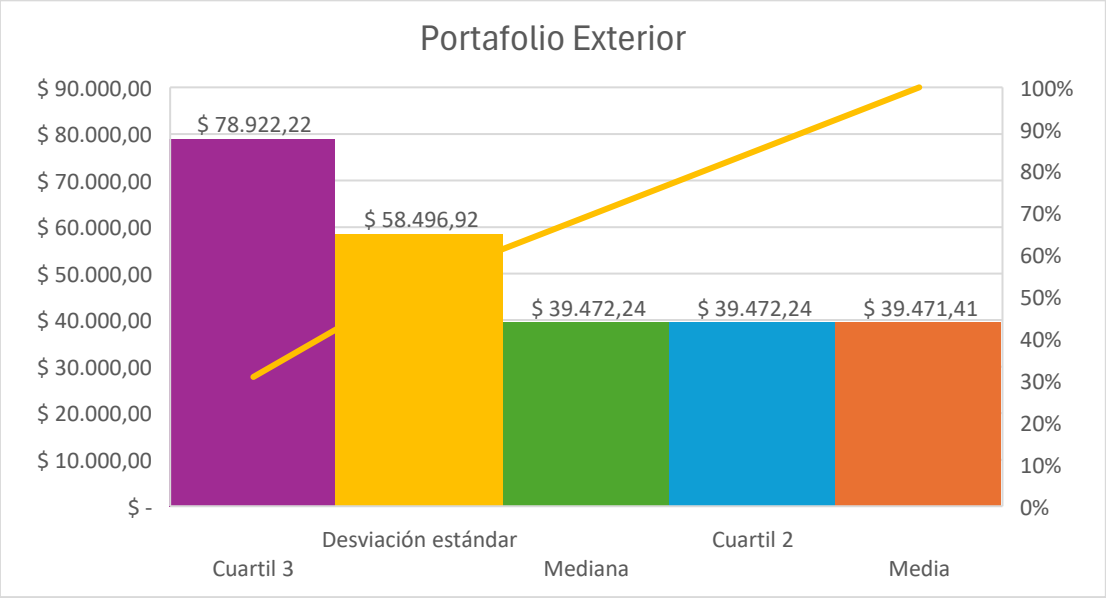


Nota. Elaboración propia a partir de la ficha técnica del portafolio de inversiones de la CVC (2023), corte al 31 de diciembre de 2023. Cifras expresadas en millones de pesos.

Para el Portafolio Exterior, Figura 6, las estadísticas revelan una media de $ 39,427.58, una mediana de $ 39,492.79 y una desviación estándar de $ 58,489.05. Los cuartiles 1, 2 y 3 son $9.87, $39,492.79 y $78,847.63 respectivamente; en este caso, la menor proximidad entre la media y la mediana, junto con la alta desviación estándar, muestra una mayor dispersión en los rendimientos. El histograma refleja así una mayor variabilidad y un rango más amplio de rendimientos posibles en comparación con la Renta Fija Local, destacando la mayor volatilidad y el mayor riesgo asociado con este componente del portafolio; aunque existe la posibilidad de obtener rendimientos positivos significativos, también hay un riesgo considerable de pérdidas.

Figura 6.

Análisis estadístico de Monte Carlo Portafolio Exterior

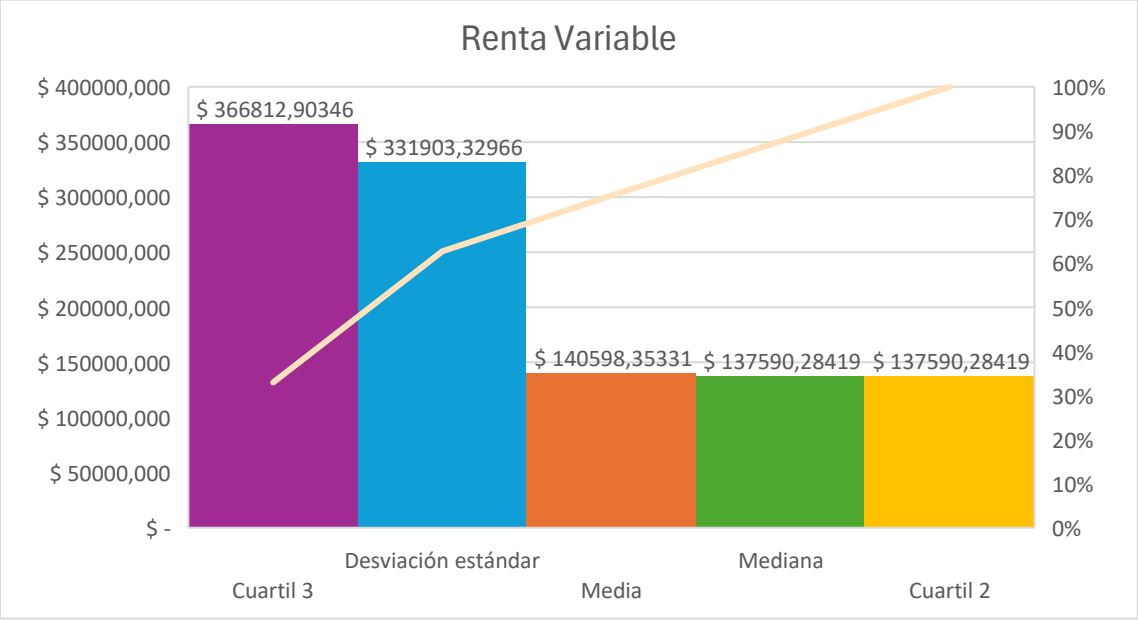


Nota. Elaboración propia a partir de la ficha técnica del portafolio de inversiones de la CVC (2023), corte al 31 de diciembre de 2023. Cifras Expresadas en millones de pesos

Para Renta Variable, las estadísticas muestran una media de $ 133,425.55, una mediana de $ 131,195.62 y una desviación estándar de $328,220.53. Los cuartiles 1, 2 y 3 son $87.710.62, $131.195.62 y $353,226.98 respectivamente. La distribución de los rendimientos es aún más amplia, con la mediana cercana a la media, pero con una desviación estándar significativa que refleja una alta variabilidad. El histograma, Figura 7, muestra una alta concentración de rendimientos negativos, pero con una cola larga que sugiere el potencial para altos rendimientos positivos, es decir, es un patrón que refleja la naturaleza de la Renta Variable, donde las oportunidades de altos rendimientos están acompañadas por un riesgo elevado de pérdidas considerables.

Figura 7.

Análisis estadístico de Monte Carlo Renta Variable



Nota. Elaboración propia a partir de la ficha técnica del portafolio de inversiones de la CVC (2023), corte al 31 de diciembre de 2023.

En otras palabras, de acuerdo a lo analizado hasta el momento, los análisis estadísticos y visuales proporcionan una comprensión integral de los rendimientos y riesgos asociados con cada componente del portafolio, donde la Renta Fija presenta una variabilidad moderada con un riesgo relativamente controlado, el Portafolio Exterior muestra una mayor dispersión y volatilidad, y la Renta Variable, aunque ofrece oportunidades de altos rendimientos, viene acompañada de un riesgo significativo de pérdidas. Se obtiene así un entendimiento detallado fundamental para la gestión efectiva del portafolio, permitiendo decisiones informadas que equilibren el riesgo y la rentabilidad potencial en función de los objetivos de inversión de la entidad.

Ahora, para continuar con el análisis del portafolio, se procedió al cálculo del Valor en Riesgo (VaR) utilizando las 1,000,000 simulaciones generadas previamente. El VaR es una medida fundamental en la gestión de riesgos, ya que cuantifica la pérdida potencial máxima que una cartera podría enfrentar en un horizonte temporal específico con un nivel de confianza dado. En este caso, se ha calculado el VaR al 99%, lo que significa que hay un 99% de confianza en que las pérdidas no superarán el valor estimado en el horizonte temporal considerado.

El cálculo del VaR se realizó para cada componente del portafolio, proporcionando una visión clara de los riesgos asociados con cada tipo de inversión, los resultados obtenidos, reflejados en la Tabla 5, muestran que, para Renta Fija Local, el VaR es de -$62.536,83, por lo cual, aunque es generalmente considerada una inversión de bajo riesgo, todavía existe la posibilidad de pérdidas significativas, aunque controladas.

Tabla 5.

VAR

	Renta Fija Local	**Portafolio Exterior**	**Renta Variable**
VAR	-$ 62.536,83	-$ 96.779,13	-$ 635.528,54

Nota. Elaboración propia

En el caso del Portafolio Exterior, el VaR es de -$ 96.779,13, siendo un valor más alto en comparación con la Renta Fija Local, es decir, refleja la mayor volatilidad y riesgo asociado con las inversiones en el extranjero, por esto, el Portafolio Exterior está expuesto a una mayor variabilidad en los rendimientos debido a factores como fluctuaciones en los tipos de cambio, riesgos políticos y económicos en los mercados internacionales.

Para Renta Variable, el VaR es significativamente mayor, ascendiendo a -$ 635.528,54, siendo un resultado consistente con el alto nivel de volatilidad y riesgo inherente a las inversiones en renta variable; aunque este componente del portafolio tiene el potencial de ofrecer altos rendimientos, el riesgo de pérdidas también es considerablemente elevado.

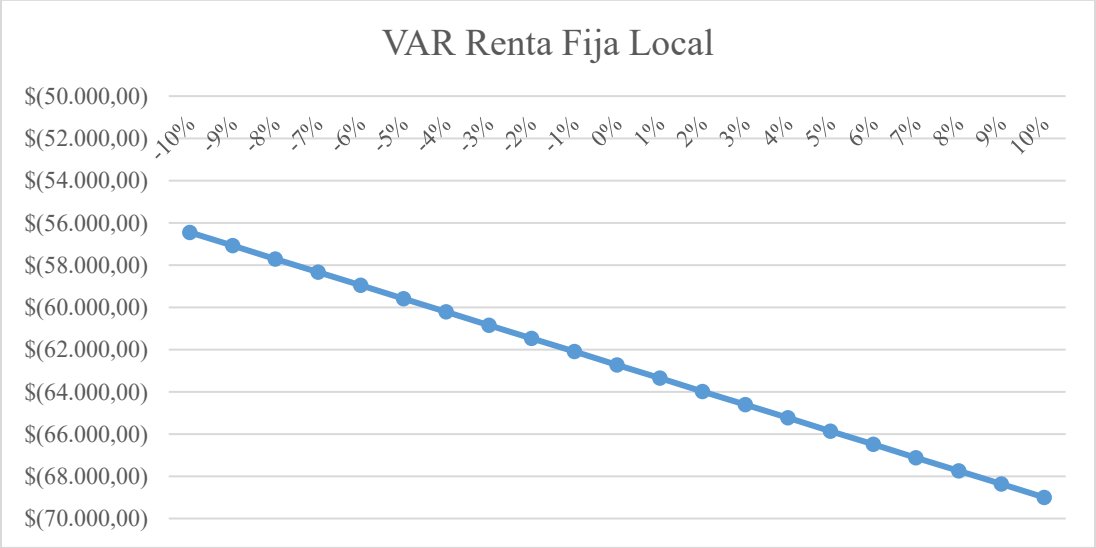
Por lo tanto, se puede evidenciar que, los resultados en cada componente resaltan la importancia del VaR como herramienta de gestión de riesgos, ya que, dicha comparación del portafolio permite a los gestores de inversiones entender mejor dónde se concentran los riesgos y cómo podrían afectar al portafolio en su conjunto. Igualmente, esta información es fundamental para tomar decisiones informadas sobre la asignación de activos y la implementación de estrategias de mitigación de riesgos, como la diversificación y el uso de instrumentos financieros derivados para cubrir posiciones.

Ahora, para comprender mejor cómo los cambios en la rentabilidad afectan el VaR de cada componente, se realizó un análisis de sensibilidad, el cual, evalúa el impacto de variaciones en la rentabilidad sobre el VaR, permitiendo identificar la resiliencia del portafolio frente a diferentes escenarios económicos.

Para el componente de Renta Fija Local, como se evidencia en la Figura 8, se observó que el VaR varía significativamente con los cambios en la rentabilidad, ya que, en el escenario donde la rentabilidad disminuye en un 10%, el VaR se calcula en -$56.283,15, reflejando las pérdidas esperadas bajo condiciones adversas. A medida que la rentabilidad aumenta, el VaR también se incrementa, alcanzando un valor de -$68.790,51 cuando la rentabilidad sube en un 10%. El comportamiento evidenciado muestra claramente donde se aprecia una tendencia lineal ascendente, por lo cual, se destaca que, aunque la Renta Fija Local es relativamente menos volátil, sigue siendo sensible a las fluctuaciones en la rentabilidad, lo que implica que es necesario monitorear las condiciones del mercado para gestionar efectivamente los riesgos.

Figura 8.

Análisis de Sensibilidad Renta Fija Local



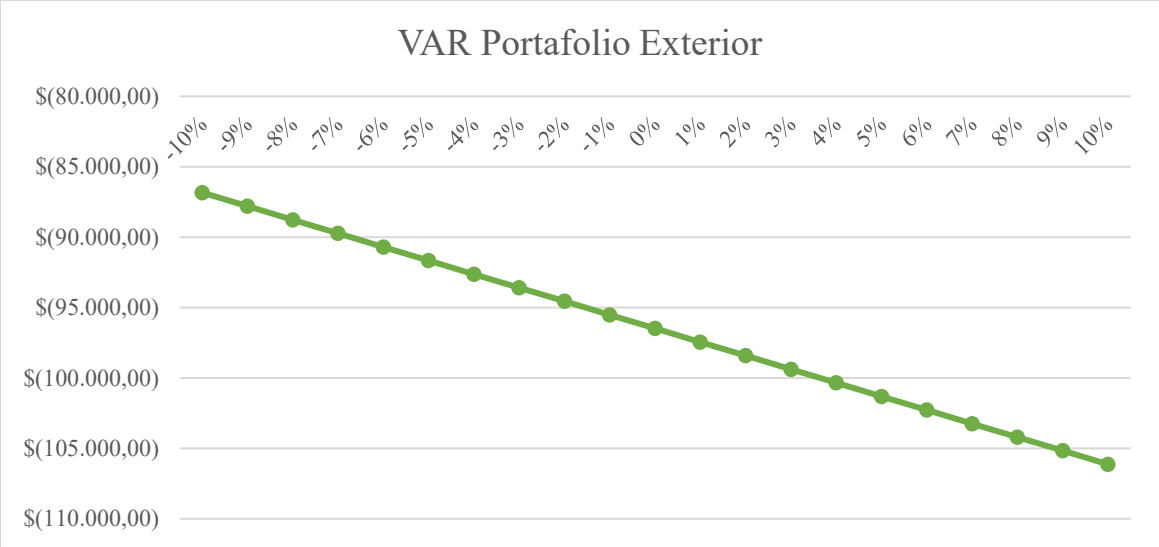
Nota. Elaboración propia

El análisis del Portafolio Exterior, como se muestra en la Figura 9, revela una variabilidad aún mayor en el VaR en respuesta a los cambios en la rentabilidad. Con una disminución del 10% en la rentabilidad, el VaR se sitúa en -$87.101,22, indicando un riesgo significativo de

pérdidas. Conforme la rentabilidad aumenta, el VaR asciende a -$106.457,04 con un incremento del 10% en la rentabilidad. La Figura 9 muestra así una tendencia ascendente más pronunciada comparada con la Renta Fija Local, reflejando una mayor sensibilidad a las variaciones de rentabilidad, por lo cual, se evidencia que el Portafolio Exterior, aunque diversificado, presenta un riesgo considerable que debe ser gestionado con estrategias adecuadas para mitigar los efectos de los cambios económicos.

Figura 9.

Análisis de Sensibilidad Portafolio Exterior



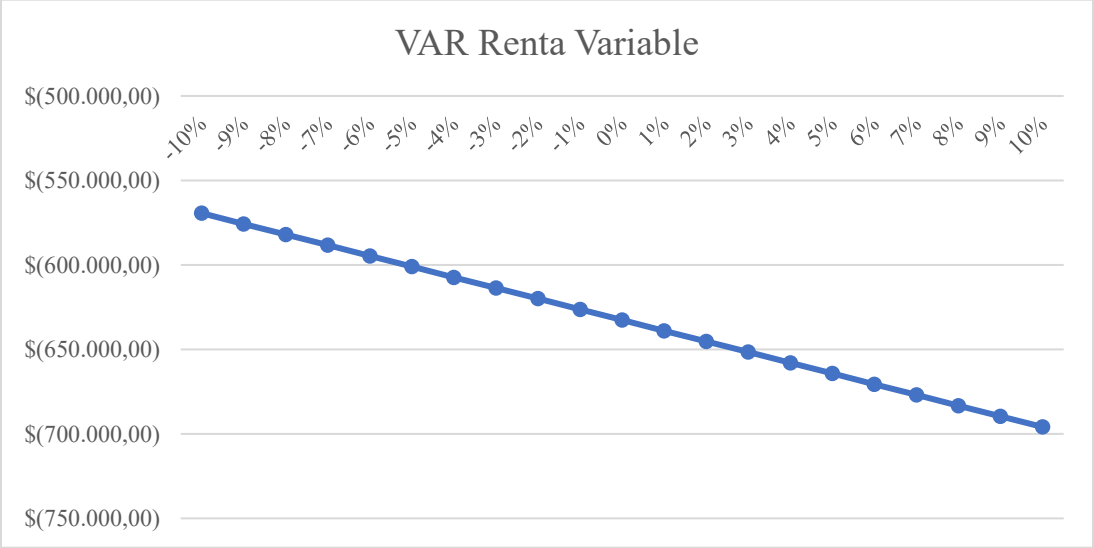
Nota. Elaboración propia

Finalmente, el componente de Renta Variable, Figura 10, presenta la mayor variabilidad y sensibilidad en el análisis, ya que, el VaR experimenta un cambio significativo, comenzando en -$571.975,68 cuando la rentabilidad disminuye en un 10%, y aumentando dramáticamente a -$699.081,39 con un incremento del 10% en la rentabilidad. De esta manera, la Figura 10, muestra esta alta sensibilidad, con una pendiente pronunciada que refleja el riesgo elevado asociado con la Renta Variable, permitiendo destacar, la importancia de estrategias robustas de

mitigación de riesgos y una vigilancia continua del mercado para gestionar adecuadamente este componente volátil del portafolio.

Figura 10.

Análisis de Sensibilidad Renta Variable



Nota. Elaboración propia

De esta manera, se evidenció que el análisis de sensibilidad es fundamental para la gestión de riesgos financieros, ya que proporciona una evaluación profunda de cómo los diferentes componentes del portafolio responden a diversos escenarios económicos, puesto que, permite evaluar la resiliencia del portafolio, informar decisiones de inversión, anticipar escenarios adversos y optimizar la diversificación. Con estos insights, los gestores pueden tomar decisiones más informadas y estratégicas, ajustando la composición del portafolio para minimizar riesgos y maximizar rendimientos, asegurando así una gestión proactiva y efectiva de los riesgos financieros.

Para concluir el análisis del modelo de gestión de riesgos financieros, se realizó un cálculo de las diferencias en el VaR para cada escenario de rentabilidad, como se muestra en la Tabla 6,

con el objetivo de entender mejor la sensibilidad y la variabilidad de los diferentes componentes del portafolio.

Tabla 6.

Diferencias análisis de sensibilidad

Análisis de Sensibilidad			
Porcentaje de rentabilidad	**VAR Renta Fija Local**	**VAR Portafolio Exterior**	**VAR Renta Variable**
	-$ 62.536,83	-$ 96.779,13	-$ 635.528,54
-10%	-$ 56.455,36	-$ 86.841,66	-$ 569.385,60
10%	-$ 69.001,00	-$ 106.139,80	-$ 695.915,73
Diferencias	**$ 12.545,64**	**$ 19.285,15**	**$ 126.530,13**

Nota. Elaboración propia

El objetivo de calcular las diferencias en el VaR es entender cómo varía el riesgo del portafolio bajo diferentes condiciones de rentabilidad, por lo cual, las diferencias se calculan como la variación del VaR desde su valor base hasta cada uno de los escenarios de rentabilidad simulados. Para el componente de Renta Fija Local, las diferencias en el VaR, con un valor base de -$62,536.83, oscilan entre -$56,455.36 para una rentabilidad del -10% y -$69,001.00 para una rentabilidad del +10%, por lo cual, se traduce en una diferencia máxima de $12,545.64, es decir, la variabilidad muestra que, aunque el riesgo en este componente aumenta con una mejora en las condiciones de rentabilidad, su sensibilidad es relativamente contenida.

El Portafolio Exterior muestra diferencias más pronunciadas, con un VaR base de -$96,779.13, que varía desde -$86,841.66 para una rentabilidad del -10% hasta -$106,139.80 para una rentabilidad del +10%, por lo que, la diferencia máxima observada es de $19,285.15, reflejando una mayor sensibilidad del portafolio a las variaciones en las condiciones económicas, lo que resalta la necesidad de estrategias de mitigación más robustas para este componente.

La Renta Variable presenta la mayor variabilidad y sensibilidad, con un VaR base de -$635,528.54, donde las diferencias en el VaR van desde -$569,385.60 para una rentabilidad del -

10% hasta -$695,915.73 para una rentabilidad del +10%. La diferencia máxima aquí es de $126,530.13, reflejando una alta sensibilidad a los cambios en las condiciones de mercado y insistiendo la necesidad de una vigilancia constante y estrategias de mitigación para gestionar este riesgo significativo.

Es así como, el análisis de sensibilidad ha revelado diferencias notables en cómo los distintos componentes del portafolio responden a cambios en las condiciones de rentabilidad, ya que, la Renta Fija Local muestra una sensibilidad moderada, el Portafolio Exterior presenta una mayor variabilidad, y la Renta Variable exhibe una alta sensibilidad y volatilidad, permitiendo comprender la resiliencia del portafolio ante diferentes escenarios económicos y para tomar decisiones informadas sobre la gestión de riesgos financieros. Al identificar y evaluar dichas diferencias, es posible implementar estrategias de mitigación más efectivas, optimizando así la gestión del riesgo y mejorando la estabilidad y el rendimiento del portafolio en diversas condiciones de mercado.

De esta manera, y dando cumplimiento al tercer objetivo específico, se elabora el manual de gestión de riesgos financieros de CVC (Anexo B), el cual, se ha desarrollado con el objetivo de proporcionar una guía integral y detallada para identificar, analizar, valorar y controlar los riesgos asociados al portafolio de inversiones de la entidad. El manual se constituye como una herramienta clave para asegurar la estabilidad y crecimiento del portafolio, alineándose con los principios de buenas prácticas financieras y regulaciones vigentes.

En su estructura, el manual inicia con una introducción que contextualiza la importancia de una gestión eficaz de riesgos financieros, destacando la necesidad de contar con políticas claras y procedimientos bien definidos. Posteriormente, se presenta el marco conceptual, donde se establecen los principios, objetivos y tipos de riesgos que la CVC debe gestionar,

proporcionando una base teórica sólida, indispensable para comprender la gestión de riesgos en el contexto del portafolio de inversiones.

El siguiente capítulo aborda la identificación y análisis de riesgos, por lo cual, se detallan las metodologías utilizadas, como las simulaciones de Monte Carlo, el análisis de sensibilidad y el cálculo del Valor en Riesgo (VaR), ya que, son herramientas que permiten evaluar la variabilidad y comportamiento de los activos bajo diferentes escenarios económicos, facilitando la identificación de factores críticos y la cuantificación precisa de los riesgos. Igualmente, se explica cómo se utilizan los valores históricos de la empresa para realizar estas simulaciones y estimaciones.

Luego, en el capítulo de valoración de riesgos, se describen los métodos de cuantificación, haciendo uso de medidas estadísticas como la media, mediana, desviación estándar y cuartiles, puesto que, proporcionan una visión detallada de la distribución de rendimientos y ayudan a evaluar el impacto y probabilidad de los riesgos. En este apartado, también se incluye la evaluación de impacto y probabilidad, clasificando los riesgos de mercado, crédito y liquidez según su probabilidad e impacto potencial.

El control de riesgos es abordado en un capítulo dedicado a las estrategias de mitigación, aquí se destacan las políticas de diversificación del portafolio, la selección cuidadosa de activos y emisores, y la importancia de mantener reservas de efectivo; se detallan procedimientos de monitoreo y seguimiento continuo, que aseguran una gestión proactiva y efectiva de los riesgos, incluyendo revisiones regulares del portafolio y reportes periódicos a los comités de inversión.

Finalmente, el manual cierra con una sección sobre la revisión y actualización, donde se establecen los procedimientos, frecuencia y responsables de mantener el manual actualizado y relevante. Se destaca que cualquier modificación en el modelo se debe realizar actualizando los

valores en la ficha técnica del archivo de Excel correspondiente, asegurando así que las simulaciones reflejen las condiciones actuales del mercado y del portafolio.

Conviene destacar que, el manual ha sido diseñado para guiar a los responsables en cada paso del proceso de evaluación y gestión de riesgo, por ello, proporciona las definiciones y metodologías, detallando cómo implementar las técnicas de manera práctica. Los usuarios del manual encontrarán instrucciones claras sobre cómo ejecutar simulaciones de Monte Carlo, calcular el VaR y realizar análisis de sensibilidad, asegurando que puedan aplicar estos métodos para evaluar de manera efectiva los riesgos del portafolio. Igualmente, se incluyen directrices para la interpretación de los resultados y la toma de decisiones basadas en estos análisis, lo que convierte al manual en una herramienta esencial para la gestión diaria del portafolio de inversiones de la CVC.

En este punto, es importante aclarar que, no se realizó una clasificación explícita del nivel de riesgo de crédito para cada activo del portafolio, pero el análisis desarrollado sí permitió identificar los elementos con mayor exposición a este tipo de riesgo, considerando aspectos como la calificación crediticia de los emisores y la composición por tipo de instrumento. Es decir, fue más una aproximación práctica que una categorización formal, pero que igualmente orienta la gestión. Por otro lado, en cuanto al riesgo de liquidez y al riesgo operativo, no se establecieron valores cuantitativos específicos, sin embargo, se formularon recomendaciones puntuales en el manual de gestión mediante directrices sobre la disponibilidad de activos líquidos, monitoreo mensual y seguimiento de eventos operativos. En definitiva, se optó por centrar los esfuerzos en construir un modelo metodológicamente sólido y aplicable, que fuera útil para la toma de decisiones, incluso si algunos elementos no quedaron expresados de manera estrictamente técnica como indicadores individuales o clasificaciones numéricas. El trabajo

realizado logra captar la esencia de una gestión de riesgos integral y adaptada a las condiciones reales del portafolio de la CVC.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño del modelo de gestión de riesgos para el portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca ha sido un proceso integral que ha permitido identificar, medir, evaluar y controlar los riesgos financieros asociados a las inversiones, el cual, proporciona una estructura sólida para la gestión eficiente y segura de las inversiones, ofreciendo herramientas y metodologías que garantizan la resiliencia del portafolio frente a diversas condiciones de mercado. La implementación del modelo asegura que la corporación pueda anticiparse a situaciones adversas y aprovechar oportunidades de inversión de manera informada y estratégica.

El diagnóstico inicial de los riesgos financieros del portafolio de inversiones reveló las áreas críticas y las vulnerabilidades que podrían afectar la estabilidad financiera de la corporación; a través del análisis detallado de la composición del portafolio y la evaluación de los riesgos inherentes, se logró una comprensión profunda de los factores que podrían influir negativamente en el rendimiento de las inversiones. El diagnóstico ejecutado mediante ficha técnica fue fundamental para establecer las bases del modelo de gestión de riesgos, asegurando que las estrategias desarrolladas se alineen con las necesidades y objetivos de la corporación.

Ahora, el diseño del modelo de gestión de riesgos financieros se centró en la creación de un sistema robusto que permite identificar, medir, evaluar y controlar los riesgos del portafolio de inversiones. Mediante la aplicación de simulaciones de Monte Carlo, análisis de sensibilidad y cálculo del Valor en Riesgo (VaR), se desarrolló un modelo que proporciona una visión clara y cuantitativa de los riesgos, formado así un enfoque metodológico que facilita la toma de

decisiones informadas y optimiza la capacidad de la corporación para gestionar sus activos de manera efectiva, minimizando las pérdidas potenciales y maximizando los rendimientos ajustados por riesgo.

Finalmente, la elaboración del manual de gestión de riesgos financieros constituye una guía práctica y detallada que sistematiza los procesos de identificación, análisis, valoración y control de los riesgos del portafolio de inversiones. El manual, diseñado para ser una herramienta viva y adaptable, asegura que la corporación mantenga prácticas de gestión de riesgos actualizadas y alineadas con las mejores prácticas del mercado. La inclusión de procedimientos de revisión y actualización periódica garantiza que el manual permanezca relevante y eficaz, proporcionando un marco de referencia claro para todos los involucrados en la gestión de los riesgos financieros de la corporación.

A pesar de los avances logrados con el modelo de gestión de riesgos, es importante reconocer que aún existen ciertas limitaciones que podrían influir en su implementación práctica, una de ellas es la dependencia de herramientas tradicionales como el VaR y las simulaciones de Monte Carlo, las cuales, son efectivas en condiciones normales del mercado, pero pueden no captar con precisión eventos extremos o crisis financieras. En este sentido, el modelo todavía se apoya en enfoques convencionales que requieren ajustes periódicos y supervisión manual para mantenerse acorde con la volatilidad del mercado, generando dificultades en la anticipación de riesgos que emergen de manera abrupta o en situaciones donde la incertidumbre es mayor de lo previsto.

Para mejorar la efectividad del modelo, es necesario considerar la incorporación de enfoques más dinámicos y automatizados, donde el uso de técnicas avanzadas como el Expected Shortfall (ES) permitiría una medición más realista de los riesgos extremos, mientras que la

integración de modelos de machine learning (ML) ofrecería un análisis predictivo más preciso, identificando patrones de riesgo en tiempo real. Son herramientas que podrían complementar las metodologías actuales, fortaleciendo la capacidad de la CVC para reaccionar con rapidez ante cambios imprevistos en el mercado, igualmente, la optimización del modelo a través del uso de Big Data y análisis en la nube permitiría un procesamiento más eficiente de la información financiera, facilitando una toma de decisiones más ágil y fundamentada en datos actualizados.

Es así como, las recomendaciones planteadas en este trabajo de grado se fundamentan en que el personal involucrado en la gestión de riesgos reciba capacitación continua para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas metodologías en el campo de la gestión de riesgos financieros, requiriendo formación en el uso de herramientas analíticas avanzadas y técnicas de simulación.

Por otro lado, se recomienda implementar un sistema de monitoreo y revisión periódica del portafolio de inversiones para asegurar que las estrategias de gestión de riesgos se mantengan organizadas con las condiciones cambiantes del mercado y los objetivos financieros de la corporación, por lo cual, se deben incluir revisiones trimestrales y auditorías anuales.

Ahora, el manual de gestión de riesgos debe ser revisado y actualizado regularmente para reflejar cualquier cambio en las políticas internas, regulaciones externas y condiciones del mercado, por ende, se recomienda establecer un comité de revisión que se encargue de esta tarea de manera sistemática.

Igualmente, se recomienda establecer un indicador de liquidez mínima que garantice la capacidad de la CVC para hacer frente a eventos inesperados sin comprometer su estabilidad financiera, ya que, mantener una reserva estratégica de liquidez permitiría responder con mayor flexibilidad a variaciones en el mercado y asegurar la disponibilidad de recursos en momentos de

alta volatilidad, la cual, contribuiría a mitigar riesgos asociados a posibles crisis de liquidez y fortalecería la posición financiera de la corporación ante escenarios adversos.

De ahí, la importancia de continuar fortaleciendo las políticas de diversificación del portafolio y la selección rigurosa de activos y emisores. La diversificación debe abarcar diferentes clases de activos, sectores y geografías, para minimizar la exposición a riesgos específicos. Finalmente, se debe mantener un nivel adecuado de reservas de efectivo para asegurar la liquidez necesaria que permita a la corporación enfrentar eventos imprevistos y aprovechar oportunidades de inversión sin comprometer la estabilidad del portafolio.

A fin de fortalecer la gestión de riesgos financieros en la CVC, se recomienda explorar el uso de tecnologías emergentes que permitan una mejor identificación y medición de riesgos. La implementación de modelos de machine learning y análisis predictivo ofrecería la posibilidad de detectar anomalías en los mercados con mayor anticipación, permitiendo ajustes estratégicos más oportunos. De la misma manera, el uso de inteligencia artificial en la evaluación del portafolio facilitaría la automatización de ciertos procesos, reduciendo la dependencia de análisis manuales y minimizando errores en la interpretación de datos. Son mejoras que pueden representar un punto clave para la modernización del modelo y su adaptación a un entorno financiero cada vez más digitalizado.

La implementación del modelo de gestión de riesgos financieros representa un avance sustancial para la CVC en términos de estabilidad y optimización del portafolio de inversiones, no obstante, su éxito dependerá en gran medida de la capacidad de adaptación y mejora continua que se logre en los próximos años. La incorporación de herramientas más sofisticadas y la adopción de nuevas tecnologías serán fundamentales para garantizar que la CVC cuente con un sistema de gestión de riesgos sólido, capaz de anticiparse a los desafíos del mercado y tomar

decisiones estratégicas con mayor certeza. Motivo por el cual, la evolución constante del modelo fortalecerá la capacidad de respuesta de la corporación, contribuyendo consolidar un enfoque de inversión más estructurado, resiliente y de acuerdo con los objetivos de sostenibilidad financiera.

BIBLIOGRAFÍA

Acerbi, C., & Tasche, D. (2023). Expected Shortfall: A Natural Coherent Alternative to Value at Risk. *Economic Notes, 31*, 379-388. https://doi.org/10.1111/1468-0300.00091

Arévalo, R., Aguilar, E., & Mejía, S. (2018). Estimación del riesgo de crédito para portafolios de reservas internacionales. *XII Foro de Investigadores: Tegucigalpa*, 1-25. https://www.secmca.org/recard/index.php/foro/article/view/17

Arias, J. A., Arias Serna, M. A., Murillo Gómez, J. G., Kleine, C., & Franco Arbeláez, L. C. (2017). Diseño de un sistema de información para la gestión del riesgo de liqidez en las entidades financieras. *Proyectos de Investigación - Universidad de Medellin*, 1-6. https://www.researchgate.net/profile/Andrea-Arias-15/publication/283774857_Design_of_information_system_for_the_Liquidity_Risk_Management_in_financial_institutions/links/59961df0458515017ea5fb07/Design-of-information-system-for-the-Liquidity-Risk-Manageme

Ávila, J. J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovar, 19*(34), 187-199. http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v19n34/v19n34a13.pdf

Banco Santander. (2024). *Informe financiero.* Banco Santander.

Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). (2009). *Principles for sound stress testing practices and supervision.* Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision. (2006). *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework Comprehensive Version.* Bank for International Settlements.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics, 31*(3), 307-327. https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1

Carrillo menéndez, S., & Lamothe, P. (2001). Nuevos retos en la medición del riesgo de mercado. *Perspectivas del sistema financiero*(72), 53-65. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2022/06/N072art-7.pdf

Cruz, M., Peters, G., & Shevchenko, P. (2015). *Fundamental aspects of operational risk and insurance analytics: a handbook of operational risk.* John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118573013

CVC. (2023). *Portafolio inversiones financieras.* Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC.

Decreto 1525 de 2008 [con fuerza de ley]. (2008). Por el cual se dictan normas relacionadas con la inversión de los recursos de las entidades estatales del orden nacional y territorial. *9 de mayo de 2008*.

Decreto 3572 de 2011 [con fuerza de ley]. (2011). Por el cual se crea una Unidad Administrativa Especial, se determinan sus objetivos, estructura y funciones. *27 de septiembre de 2011*.

Engle, R. (2001). GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *Journal of Economic Perspectives, 15*(4), 157-168. https://doi.org/10.1257/jep.15.4.157

Friend, I., Westerfield, R., & Granito, M. (1978). New evidence on the capital asset pricing model. *The Journal of Finance*, 903-917. https://www.jstor.org/stable/pdf/2326487.pdf?refreqid=excelsior%3A539db020eaeed3a09d325bfc304acce6&ab_segments=&origin=&initiator=

Garay, U. (2010). La teoría moderna, nuevos desafíos y oportunidades. *Debates IESA, 15*(4), 12-17. http://virtual.iesa.edu.ve/servicios/wordpress/wp-content/uploads/2013/09/o-10garay.pdf

Garp, P. J. (2009). *Financial Risk Manager Handbook.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. https://www.academia.edu/40091811/Financial_Risk_Manager_Handbook_Fourth_Edition

Gastineau, G. L., & Kritzman, M. P. (1999). *Dictionary of Financial Risk Management.* Chicago: Frank J. Fabozzi Associates.

Gómez Rodríguez, J. A., Guerrero González, J. C., Carrillo Sandoval, N. F., & Martínez Patiño, M. A. (2015). Los factores Delta y Gamma en las opciones financieras, como medida de riesgo en el mercado accionario colombiano. *Facultad de ingenierias*, 1-25. http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00002516.pdf

González, L. O., Santomil, P. D., & López, S. F. (2014). Análisis del riesgo de contraparte a través del modelo estructural de Merton en el marco de Solvencia II. *Cuadernos de Gestión, 14*(2), 99-120. https://ojs.ehu.eus/index.php/CG/article/view/18984

Gurrib, I., & Alshahrani, S. (2012). Diversification in Portfolio Risk Management: The Case of the UAE Financial Market. *International Journal of Trade, Economics and Finance, 3*(6), 445-449. https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2345642_code2145832.pdf?abstractid=2345642&mirid=1

HSBC BANK. (2023). *Informe de revisión.* HSBC Bank.

Inquilla, J., & Rodríguez, O. (2019). Análisis de riesgo mediante el método de simulación de Montecarlo aplicado a la inversión pública en el sector educativo peruano: el caso del departamento de Puno. *Praxis, 15*(2), 163-176. https://doi.org/10.21676/23897856.2858

Janabi, M. A. (2019). La importancia de medir el riesgo de liquidez con aplicaciones inteligentes. Cómo optimizar tu cartera de inversión en un contexto de. *Investigación Finanzas*, 1-4. https://www.researchgate.net/profile/Mazin-Al-Janabi/publication/335568764_La_importancia_de_medir_el_riesgo_de_liquidez_con_aplicaciones_inteligentes_Como_optimizar_tu_cartera_de_inversion_en_un_contexto_de_desaceleracion/links/5d6da86d92851c8538888d77/L

Jorion, P. (2007). *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk* (Vol. 3). The McGraw-Hill Companies. https://www.academia.edu/8519246/Philippe_Jorion_Value_at_Risk_The_New_Benchmark_for_Managing_Financial_Risk_3rd_Ed_2007

Kou, G., Peng, Y., & Wang, G. (2014). Evaluation of clustering algorithms for financial risk analysis using MCDM methods. *Information Sciences, 275*(10), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.02.137

La República. (17 de julio de 2018). *Regulación financiera y tránsito a Basilea IV*. https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/regulacion-financiera-y-transito-a-basilea-iv-2750020

Ley 1150 de 2007. (2007). Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos. *16 de julio de 2007*.

Ley 80 de 1993. (1993). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración PÚBLICA. *28 de octubre de 1993*.

Ley 99 de 1993. (1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA,. *22 de diciembre de 1993*.

Lizarzaburua, E. R., Berggrunb, L., & Qui, J. (2012). Gestión de riesgos financieros. Experiencia en un banco latinoamericano. *Estudios Gerenciales, 28*(125). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232012000400012

Markowitz, H. (1952). Portafolio Selection. *The Journal of Finance, 7*(1), 77-91.

Neil, M., Fenton, N., & Tailor, M. (2005). Using Bayesian networks to model expected and unexpected operational losses. *Risk Anal, 25*(4), 963-972. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00641.x

Nikolaou, K. (2009). Liquidity (Risk) Concepts Definitions and Interactions. *Working Paper Series*, 4-70. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1008.pdf

Rachev, S., Fabozzi, F., & Chernobai, A. (2015). *Operational Risk: A Guide to Basel II Capital Requirements, Models, and Analysis.* Wiley Finance.

Rochet, J. C. (2008). Liquidity risk management. *Financial Stability Review*, 34-44. https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/financial-stability-review-11_2008-02.pdf#page=49

Saavedra, M., & Saavedra, M. (2010). Modelos para medir el riesgo de crédito en la banca. *Cuadernos Administración, 23*(40), 295-319.

Smithson, C. W. (2003). *Credit Portafolio Management.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. https://www.academia.edu/12021698/Credit_Portfolio_Management

Solís, R. (2012). Redes neuronales para la optimización de la gestión del riesgo empresarial. *Interfases*(5), 9-43.

Sunchalin, A. M., Kochkarov, R. A., Levchenko, K. G., Kochkarov, A. A., & Ivanyuk, V. A. (2019). Methods of risk management in portfolio theory. *Espacios, 40*(16), 25-32. https://www.revistaespacios.com/a19v40n16/a19v40n16p25.pdf

Superintendencia Financiera de Colombia. (2022). *Guía sobre la administración de riesgos relacionados con el clima para los establecimientos de crédito.* Superintendencia Financiera de Colombia.

Valencia Jara, B. D., & Narváez Zurita, C. I. (2021). La gestión de riesgos financieros y su incidencia en la toma de decisiones. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 691-722. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8318867.pdf

Vargas, A., & Mostajo, S. (2014). Medición del riesgo crediticio mediante la aplicación de métodos basados en calificaciones internas. *Investigación & Desarrollo, 12*(14), 5 – 25.

Villalón, J. G., & Martínez Barbeito, J. (2005). Enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (VAR) y su comparación. Aplicaciones. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 1-15. https://www.researchgate.net/publication/26442371_Enfoques_diferentes_para_medir_el_valor_en_riesgo_VaR_y_su_comparacion_Aplicaciones

ANEXOS

Anexo A. Ficha Técnica CV

FICHA TÉCNICA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA - CVC						
Descripción	El portafolio de inversiones de la Corporación está constituido por el conjunto de activos financieros de renta fija y renta variable que conforman el patrimonio monetario de la Entidad					
Tipos de Activos Admisibles						
Títulos de Tesorería – TES	Deuda pública interna y externa emitida y respaldada por el Gobierno de Colombia.					
Bonos Corporativos	Emitidos por entidades públicas y privadas, tanto nacionales como internacionales, con calificaciones mínimas especificadas.					
Certificados de Depósito a Término (CDT)	Emitidos por instituciones financieras nacionales e internacionales con calificaciones mínimas.					
Cuentas de Ahorro y Corriente	Depósitos temporales en instituciones financieras idóneas.					
Esquemas Fiduciarios	Gestión de inversiones a través de sociedades fiduciarias.					
Fondos de Inversión y Carteras Colectivas	Participaciones en fondos con alta calificación.					
Acciones	Inversiones en empresas nacionales con aprobación del Consejo Directivo.					
Inversiones en el Exterior	Diversificación en títulos de deuda pública y bonos corporativos de alta calificación.					
Política de preservación de capital						
Gestión de Riesgo	Implementación de un sistema de control de riesgos para minimizar pérdidas.					
Conservación del poder adquisitivo	Proteger el patrimonio líquido frente a la inflación.					
Estructura de control						
Comités de inversiones	Comité General de Inversiones, Comité Operativo de Inversiones y el Grupo de Tesorería y Gestión de Capitales.					
PORTAFOLIO TOTAL CVC						
Corte al	**Total Activos**	**Total Patrimonio**	**Total Portafolio**	**Portafolio Renta**	**Portafolio Exterior**	**Renta Variable**

						Fija Local		
	Cifras Expresadas en millones de pesos							
31/12/2023	$ 4.189.669	$ 3.549.633	$ 2.063.212			$ 521.986	$ 157.506	$ 1.383.720
ANALÍTICA DE INVERSIONES								
Corte al	**Duración Promedio**	**Duración Modificada**	**TIR al Vencimiento**	**TIR de Tenencia**	**VaR Mensual (99%)**	**IPC**	**IBR**	**TF**
31/12/2023	0,57	0,51	10,02%	8,28%	1,91%	51,34 %	9,50%	39,16%

Clasificación de Riesgos		
Análisis de Riesgos de Mercado	Duración y Duración Modificada	Evaluación de la sensibilidad del portafolio a cambios en tasas de interés.
	VaR (Valor en Riesgo	Medición del riesgo de pérdidas significativas en un horizonte temporal específico con un nivel de confianza del 99%.
Análisis de Riesgos de Crédito	Calificación Crediticia de los Activos	Evaluación basada en la solvencia de los emisores.
Análisis de Riesgos de Liquidez	Disponibilidad de Activos Líquido.	Proporción de activos que pueden convertirse rápidamente en efectivo.
Evaluación de Impacto y Probabilidad	Riesgos de Mercado	Alta probabilidad, impacto moderado-alto
	Riesgos de Crédito	Baja probabilidad, impacto moderado
	Riesgos de Liquidez	Baja probabilidad, impacto bajo-moderado
Estrategias de Mitigación	Diversificación del portafolio	Reducción de la exposición al riesgo de mercado

	Selección cuidadosa de emisores	Mitigación del riesgo de crédito mediante la elección de emisores solventes
	Reservas de efectivo	Mantener liquidez para enfrentar necesidades imprevista

Composición del portafolio de inversiones en Renta Fija (cifras en millones de pesos) por plazo

Plazo	Valor Mercado	Participación
de 1 a 30 días	$ 213.771,68	31,46%
de 31 a 60 días	$ 8.775,81	1,29%
de 91 a 365 días	$ 51.809,93	7,62%
de 366 a 1095 días	$ 326.211,66	48,01%
más de 1095	$ 78.922,49	11,61%
Total portafolio	***$ 679.491,57***	***100,00%***

Composición del portafolio de inversiones en Renta Fija (cifras en millones de pesos) por tipo de título

Títulos	Valor de mercado	Participación
Bonos IPC	$ 136.176,81	20,04%
Bonos TF	$ 51.241,41	7,54%
Bonos Privados USD	$ 140.185,44	20,63%
Tes TF	$ 5.892,30	0,87%
Bonos Públicos USD	$ 15.366,81	2,26%
CDTs	$ 120.892,52	17,79%
Cuentas De Ahorro	$ 117.315,74	17,27%
Cuentas USD	$ 1.627,58	0,24%
Fondos Locales	$ 90.467,01	13,31%
Fondos USD	$ 325,95	0,05%
Total portafolio	***$ 679.491,57***	***100,00%***

Portafolio CVC sin Renta Variable (cifras en millones de pesos)				
Portafolio Exterior				
Especie	**%**	**Valor**	**Part % P. Exterior**	**Part % P. Total**
BONOS PRIVADOS USD	23,18%	$ 140.185	89,00%	20,63%
BONO PUBLICOS		$ 15.367	9,76%	2,26%
FONDOS		$ 326	0,21%	0,05%
CUENTAS USD		$ 1.628	1,03%	0,24%
Total portafolio Exterior		***$ 157.506***	***100,00%***	***23,18%***
Portafolio Local				
Especie	**%**	**Valor**	**Part % P. Exterior**	**Part % P. Total**
CDT	76,82%	$ 120.893	23,16%	17,79%
CUENTAS DE AHORRO		$ 117.316	22,47%	17,27%
FONDOS		$ 90.467	17,33%	13,31%
BONOS TF		$ 51.241	9,82%	7,54%
BONOS IPC		$ 136.177	26,09%	20,04%
TES TF		$ 5.892	1,13%	0,87%
Total portafolio Local		***$ 521.986***	***100,00%***	***76,82%***
Total portafolio	***100,00%***	***$ 679.492***		***100,00%***

Portafolio CVC Renta Variable (cifras en millones de pesos)			
Empresa	**Participación**		
	N° Acciones	**%**	**Valor**
EPSA - CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P.	59.247.540,00	15,91%	$ 1.119.779,00
ACUAVALLE	1.706.071.367,00	39,23%	$ 163.111,00
CELSIA S.A. E.S.P.	28.250.607,00	2,64%	$ 83.622,00
CAVASA	1.733.573,00	20,41%	$ 10.724,00

T.C. BUEN S.A.	796.461,00	1,46%	$ 2.309,00
CORFICOLOMBIANA S.A.	158.715,00	0,08%	$ 2.143,00
CENTRO DE EVENTOS VALLE DEL PACIFICO	200.000,00	2,50%	$ 2.000,00
CENTRAL DE TRANSPORTES	286.015,00	1,31%	$ 29,00
SOFORESTAL	938,00	0,07%	$ 5,00
AGROGANADERA EN LIQUIDACION	364,00	0,00%	$ -
Total portafolio			***$ 1.383.722,00***

Nota. Elaboración propia con base en la ficha técnica del portafolio de inversiones de la CVC. Corte al 31 de diciembre de 2023.

Anexo B. Manual de Gestión de Riesgos

Manual de Gestión de Riesgos Financieros del Portafolio de Inversiones

2024

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC

Tabla de contenido

Introducción 77

Propósito del manual 78

Alcance y aplicación 78

Definiciones y terminología 79

Marco conceptual 80

Principios de la gestión de riesgos financieros 80

Objetivos de la gestión de riesgos en la corporación 80

Tipos de riesgos financieros 81

Evaluación de impacto y probabilidad 86

Estrategias de mitigación 86

Identificación y análisis de riesgos 86

Metodologías de identificación y análisis de riesgos 87

Simulaciones de Monte Carlo 87

Valor en Riesgo (VaR) 87

Análisis de Sensibilidad 88

Instrumentos y técnicas de identificación 89

Valoración de riesgos 89

Cuantificación de riesgos 89

Uso de cuartiles, media y desviación estándar 90

Evaluación de impacto y probabilidad 91

Control de riesgos 91

Estrategias de mitigación de riesgos 92

Políticas de diversificación 93

Procedimientos de monitoreo y seguimiento 93

Monitoreo y reporte 94

Procedimientos de monitoreo continuo 94

Informes de gestión de riesgos 97

Frecuencia y formato de los reportes 97

Roles y responsabilidades 98

Comité de riesgos 98

Equipo de gestión de riesgos 99

Responsabilidades de los inversionistas y gestores 99

Revisión y actualización del manual 99

Procedimientos de revisión 100

Frecuencia de actualización 100

Responsables de la actualización 101

Conclusiones 101

Introducción

La gestión de riesgos financieros es un aspecto crítico para garantizar la estabilidad y el crecimiento sostenido del portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), por lo cual, el presente manual ha sido diseñado para guiar de manera práctica y detallada el proceso de evaluación de riesgos del portafolio de inversiones.

Para ejecutar la misión de evaluar los riesgos del portafolio, el manual describe un enfoque estructurado donde se realiza un análisis detallado de la información contenida en la ficha técnica del portafolio, el cual, en este caso contiene la composición del portafolio, tipos de activos, rendimientos históricos y metodologías actuales de gestión de riesgos, permitiendo identificar las principales áreas de riesgo y las oportunidades de mejora en la gestión actual.

Posteriormente, para proceso identificación, medición, evaluación y control de riesgos, se emplean metodologías avanzadas como el Valor en Riesgo (VaR), simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad para identificar y cuantificar los riesgos del portafolio. Las técnicas permiten determinar el nivel de riesgo que la organización está dispuesta a asumir y establecer estrategias de control y mitigación adecuadas para los riesgos identificados.

Basándose en los resultados del análisis de riesgos, se desarrollan estrategias de mitigación y control que incluyen la diversificación del portafolio, la selección cuidadosa de emisores y el mantenimiento de reservas de efectivo. Las estrategias aseguran una gestión proactiva y efectiva de los riesgos identificados.

Es así como, el presente manual establece procedimientos claros para la implementación de las estrategias de mitigación y el monitoreo continuo del portafolio, tales como, la revisión periódica del portafolio, el seguimiento de los indicadores clave de riesgo y la preparación de

informes regulares para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión de riesgos.

Finalmente, se detallan los procedimientos para la revisión y actualización periódica del manual, asegurando que las políticas y estrategias de gestión de riesgos se mantengan alineadas con las condiciones cambiantes del mercado y los objetivos financieros de la CVC. Conviene destacar que, es un enfoque estructurado y sistemático, que proporciona, en este manual, todas las herramientas y procedimientos necesarios para llevar a cabo una evaluación de riesgos de manera efectiva, asegurando una gestión eficiente y segura del portafolio de inversiones.

Propósito del manual

El presente manual tiene como propósito ser una guía completa y organizada para la gestión de los riesgos financieros que enfrenta el portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). La intención es que este documento sirva para identificar y medir los riesgos asociados a las inversiones, como también para evaluarlos y controlarlos de forma adecuada. Se busca asegurar una gestión proactiva, con el fin de maximizar los rendimientos ajustados al riesgo, y al mismo tiempo, proteger el patrimonio de la corporación. Motivo por el cual, lo que se pretende es que cada acción en la gestión del portafolio se encuentre alineada con los objetivos de estabilidad y crecimiento financiero a largo plazo.

Alcance y aplicación

El presente manual es aplicable a todos los miembros del Comité de Inversiones, el equipo operativo de inversiones y el grupo de tesorería y gestión de capitales de la CVC. Cubre todas las etapas de la gestión de riesgos financieros, desde la identificación y análisis de riesgos hasta la implementación de estrategias de mitigación y el monitoreo continuo de los riesgos. El

manual se aplicará a todas las decisiones de inversión y gestión del portafolio de la corporación, asegurando que todas las acciones se encuentren en correspondencia con los objetivos de gestión de riesgos establecidos.

Definiciones y terminología

Para asegurar una comprensión uniforme y precisa de los conceptos utilizados en la gestión de riesgos financieros, siendo las siguientes definiciones clave:

Riesgo financiero: Posibilidad de que una inversión no genere los rendimientos esperados debido a factores de mercado, crédito, liquidez u otros.

Portafolio de inversiones: Conjunto de activos financieros de renta fija y variable que conforman el patrimonio de la corporación.

Valor en Riesgo (VaR): El VaR se calcula mensualmente para identificar la pérdida máxima esperada; sí el VaR supera el 1,91%, el equipo de gestión debe ajustar el portafolio reduciendo la exposición a activos de mayor volatilidad. Se conoce como una medida estadística que estima la pérdida máxima que un portafolio puede sufrir en un horizonte temporal específico con un nivel de confianza determinado.

Simulación de Monte Carlo: Técnica de modelado que utiliza simulaciones aleatorias para prever el comportamiento de variables financieras y evaluar el riesgo.

Diversificación: Estrategia de inversión que busca reducir el riesgo al invertir en una variedad de activos no correlacionados.

Proactividad: El equipo de gestión deberá realizar revisiones trimestrales de los riesgos potenciales y adoptar medidas preventivas antes de que se materialicen, mediante la revisión de indicadores clave como tasas de interés y valor en riesgo (VaR), realizando ajustes en el portafolio si es necesario.

Marco conceptual

Principios de la gestión de riesgos financieros

Proactividad: La identificación y mitigación de riesgos deben realizarse de manera anticipada, en lugar de reaccionar a eventos adversos una vez que han ocurrido.

Integralidad: La gestión de riesgos debe abarcar todos los aspectos del portafolio de inversiones, considerando tanto los riesgos individuales de cada activo como los riesgos globales del portafolio.

Transparencia: Todos los procesos y resultados de la gestión de riesgos deben ser transparentes y accesibles para los stakeholders relevantes, promoviendo una cultura de responsabilidad y rendición de cuentas.

Adaptabilidad: La gestión de riesgos debe ser flexible y capaz de ajustarse a cambios en el entorno financiero, regulatorio y económico.

Sostenibilidad: Las estrategias de gestión de riesgos deben contribuir a la sostenibilidad financiera a largo plazo de la CVC, asegurando la preservación y crecimiento del capital invertido.

Objetivos de la gestión de riesgos en la corporación

- Detectar de manera proactiva los posibles riesgos que puedan afectar el rendimiento del portafolio de inversiones.
- Cuantificar los riesgos identificados y evaluar su impacto potencial en el portafolio.
- Implementar estrategias y medidas para controlar y reducir la exposición a los riesgos, minimizando las pérdidas potenciales.

- Supervisar continuamente el entorno de riesgos y las medidas de control, realizando ajustes cuando sea necesario para asegurar la eficacia de la gestión de riesgos.
- Informar de manera clara y oportuna a los stakeholders sobre los riesgos y las medidas adoptadas, facilitando una toma de decisiones informada.

Tipos de riesgos financieros

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) enfrenta una diversidad de riesgos financieros que tienen un impacto directo en su portafolio de inversiones, los cuales, son definidos en los siguientes párrafos. Los riesgos son una realidad que afecta de manera específica a los activos que componen el portafolio, donde cada tipo de riesgo ya sea de mercado, crédito, liquidez u operacional, debe gestionarse bajo parámetros claros que se alineen con los objetivos de la corporación.

En este sentido, se han establecido niveles de tolerancia específicos para cada categoría de riesgo. En el caso del riesgo de mercado, se ha definido las pérdidas aceptables para los activos de renta fija, el límite de pérdida permitido bajo condiciones normales de mercado no debe superar el VaR mensual del 1,91%, mientras que, para los activos de renta variable, se ha definido que la exposición total no debe superar el 25% del portafolio, basándose en los análisis de VaR (Valor en Riesgo) con un nivel de confianza del 99%. La duración modificada del portafolio es de 0,51, siendo una sensibilidad moderada a los cambios en las tasas de interés; cualquier cambio significativo en las tasas de interés que pueda superar este umbral de duración será monitoreado y gestionado a través de ajustes en la composición del portafolio.

Se reitera que, el equipo de riesgos revisará trimestralmente el rendimiento de los activos de renta fija y variable, ajustando las posiciones cuando el rendimiento supere los límites de

tolerancia establecidos. Cualquier ajuste será informado al Comité de Inversiones para su aprobación.

Por su parte, el riesgo de crédito se gestiona a través de una rigurosa evaluación de la calidad crediticia de los emisores, limitando la exposición a aquellos emisores con calificaciones inferiores a los estándares definidos por la CVC. Actualmente, el portafolio de renta fija está compuesto por bonos privados y públicos con una participación significativa en bonos IPC (20,04%) y bonos privados en USD (20,63%), por lo cual, se garantiza una diversificación adecuada y una sólida evaluación de la solvencia de los emisores. Los límites han sido diseñados para asegurar que la CVC proteja su patrimonio pueda también adaptarse de manera proactiva a las condiciones cambiantes del mercado y mitigar así posibles pérdidas.

Riesgo de Mercado: Cada semestre (en julio y enero), el equipo de riesgos revisará las calificaciones crediticias de los emisores y ajustará la exposición si las calificaciones caen por debajo de los niveles aceptables definidos por la CVC. La evaluación de la solvencia de los emisores se basa en las calificaciones crediticias y busca asegurar que los emisores seleccionados sean financieramente sólidos.

El equipo de gestión deberá ajustar la composición de los bonos en función de los cambios en las tasas de interés observados durante el trimestre, asegurando que las inversiones en bonos no superen los niveles de sensibilidad permitidos por las políticas de riesgo. En caso de cambios abruptos en las condiciones de mercado, como una variación de tasas de interés superior al 2%, el equipo de gestión deberá reunirse de emergencia para ajustar la exposición del portafolio y tomar las medidas correctivas necesarias para proteger el patrimonio de la CVC.

El riesgo de mercado se conoce como la posibilidad de incurrir en pérdidas debido a fluctuaciones en los precios de los activos financieros, tasas de interés, tipos de cambio y otros

factores de mercado, ya que afecta directamente el valor del portafolio de inversiones. Para mitigar este riesgo, la CVC utiliza herramientas avanzadas como el Valor en Riesgo (VaR) y análisis de sensibilidad. El VaR permite medir el riesgo de pérdidas significativas en un horizonte temporal específico con un nivel de confianza del 99%. Adicionalmente, la evaluación de la duración y duración modificada del portafolio ayuda a comprender su sensibilidad a los cambios en las tasas de rentabilidad.

Riesgo de Crédito: Cada semestre, en los meses de julio y enero, el equipo de riesgos revisará las calificaciones crediticias de los emisores y ajustará la exposición en caso de que estas se deterioren. Para el análisis, se tomarán como referencia las calificaciones que mantienen los emisores dentro del portafolio actual de la CVC, evaluadas en el presente trabajo a partir de la información contenida en la ficha técnica. Se considerarán admisibles aquellas inversiones que correspondan a emisores con bajo nivel de riesgo crediticio, según su comportamiento histórico y la naturaleza de los instrumentos financieros, como los CDT, bonos IPC o TES incluidos en la cartera institucional. El riesgo de crédito representa la posibilidad de que los emisores de los instrumentos financieros no cumplan con sus obligaciones de pago, lo que podría resultar en pérdidas para la CVC, requiriendo de una evaluación cuidadosa de la solvencia y la calidad crediticia de los emisores. La evaluación se basa en las calificaciones crediticias de los activos, las cuales son fundamentales para asegurar que los emisores seleccionados sean financieramente sólidos y capaces de cumplir con sus obligaciones.

Riesgo de Liquidez: El equipo de gestión deberá monitorear mensualmente la disponibilidad de activos líquidos en el portafolio, asegurando que el 31,46% de los activos pueda ser convertido en efectivo en un plazo de 30 días; cualquier desviación de este nivel de liquidez deberá ser reportada al Comité de Riesgos para tomar medidas correctivas. El riesgo de

liquidez es la capacidad de la CVC para convertir rápidamente sus activos en efectivo sin incurrir en pérdidas significativas, por lo que, es fundamental mantener un nivel adecuado de activos líquidos para poder afrontar cualquier necesidad inmediata de efectivo. La disponibilidad de activos líquidos y el monitoreo continuo de las condiciones del mercado son concluyentes para gestionar este riesgo y garantizar que la CVC pueda operar con flexibilidad y seguridad.

Riesgo Operacional: Relacionado con fallos en los procesos internos, sistemas, personas o eventos externos que pueden resultar en pérdidas financieras. La implementación de controles internos robustos y procesos de auditoría ayuda a mitigar el riesgo operacional, asegurando que los procedimientos sean eficientes y efectivos para minimizar posibles fallos. Para su monitoreo, se utilizarán mecanismos como el registro de eventos operativos como errores humanos, fallos en sistemas, incumplimientos de procedimientos, auditorías internas semestrales, y seguimiento de indicadores clave de riesgo (KRIs), como la frecuencia de incidentes operativos o el tiempo de recuperación ante fallos críticos. Además, se realizará una revisión anual de los procedimientos operativos críticos, documentando las no conformidades identificadas y estableciendo planes de mejora, lo cual, permitirá identificar patrones de riesgo, evaluar la efectividad de los controles existentes, y tomar decisiones oportunas para su mitigación.

Riesgo Legal y Regulatorio: Riesgo de incurrir en pérdidas debido a incumplimientos legales o regulatorios. La conformidad con las normativas vigentes y la actualización continua de políticas y procedimientos son básicas para gestionar este riesgo y asegurar que todas las operaciones se realicen dentro del marco legal.

Riesgo de Inflación: Pérdida de poder adquisitivo debido a un aumento general en los precios, para mitigarlo, es clave invertir en activos que generen retornos superiores a la inflación, protegiendo así el valor real del portafolio.

Riesgo de Reputación: El riesgo de daño a la reputación de la CVC puede afectar su capacidad para operar eficazmente. La transparencia y una comunicación efectiva con los stakeholders son fundamentales para gestionar este riesgo y mantener la confianza de todas las partes interesadas.

Riesgo Climático: Actualmente el portafolio de la CVC no cuenta con instrumentos rotulados como bonos verdes o activos explícitamente ligados a la sostenibilidad, pero algunas de las inversiones realizadas, especialmente en empresas del sector energético o de servicios públicos pueden verse expuestas de forma indirecta a impactos derivados del cambio climático o a nuevas regulaciones ambientales. Dicho riesgo, difícil de cuantificar de forma directa en el portafolio actual, podría afectar el desempeño de ciertos emisores y alterar las condiciones de mercado, por esta razón, se recomienda considerar en futuras decisiones de inversión criterios que permitan evaluar la exposición climática de los activos, así como realizar monitoreos periódicos que permitan anticipar impactos financieros vinculados a la transición hacia una economía baja en carbono; de esta manera, se fortalece la resiliencia financiera de la CVC de acuerdo con su mandato institucional de sostenibilidad.

Cabe aclarar que, si bien el presente manual no incluye una clasificación individual del nivel de riesgo de crédito para cada activo específico, el análisis sí consideró las características históricas y la calidad crediticia general de los emisores representativos del portafolio, lo cual, permitió identificar los activos con mayor exposición al riesgo de crédito, desde un enfoque práctico y aplicado, sin llegar a construir indicadores técnicos desagregados. De igual forma, en los riesgos de liquidez y operacional no se establecieron métricas numéricas individuales, pero sí se plantearon mecanismos concretos de seguimiento, alertas tempranas y recomendaciones operativas que orientan una gestión activa y adaptada a la realidad institucional de la CVC.

Evaluación de impacto y probabilidad

El equipo de riesgos deberá evaluar trimestralmente el impacto de los riesgos de mercado y ajustar las posiciones de activos si el impacto se estima como moderado o alto. Cada uno de los riesgos se evalúa en términos de su probabilidad e impacto potencial sobre el portafolio. La CVC utiliza un enfoque integral para analizar la probabilidad y el impacto de los riesgos de mercado, crédito y liquidez. Los riesgos de mercado tienen una alta probabilidad de ocurrencia y un impacto moderado-alto, mientras que los riesgos de crédito y liquidez, aunque tienen una baja probabilidad de ocurrencia, pueden tener impactos significativos, siendo moderado en el caso del crédito y bajo-moderado en el caso de la liquidez.

Estrategias de mitigación

Para gestionar estos riesgos de manera efectiva, la CVC emplea diversas estrategias de mitigación. La diversificación del portafolio es fundamental para reducir la exposición al riesgo de mercado. Además, la selección cuidadosa de emisores ayuda a mitigar el riesgo de crédito, asegurando que solo se elijan emisores solventes. Finalmente, mantener reservas de efectivo es decisivo para enfrentar necesidades imprevistas y asegurar que la CVC pueda operar con flexibilidad y seguridad en cualquier escenario económico.

Identificación y análisis de riesgos

En la CVC la gestión de riesgos es una actividad fundamental para asegurar la estabilidad y el rendimiento del portafolio de inversiones, motivo por el cual, se detalla las metodologías utilizadas para identificar y analizar los riesgos financieros, proporcionando una guía clara y práctica para su implementación.

Metodologías de identificación y análisis de riesgos

Simulaciones de Monte Carlo

Se realizarán trimestralmente, utilizando datos históricos del portafolio para generar 1,000,000 de simulaciones que evalúen diferentes escenarios económicos, por lo cual, los resultados se presentarán al Comité de Riesgos para ajustar las estrategias de mitigación si se identifican posibles pérdidas significativas.

Las simulaciones de Monte Carlo permiten evaluar la variabilidad y el comportamiento probable de los activos del portafolio bajo diferentes escenarios económicos. Al realizar 1,000,000 simulaciones, se obtiene una representación robusta y detallada de las posibles variaciones en los rendimientos de los activos, facilitando la identificación de riesgos asociados a la volatilidad del mercado. Las simulaciones permiten modelar una amplia gama de escenarios, desde los más comunes hasta los eventos extremos, proporcionando una visión completa del perfil de riesgo del portafolio.

El procedimiento para ejecutar es el siguiente:

1. Obtener los datos históricos de rendimientos de los activos.
2. Realizar simulaciones de Monte Carlo para generar un gran número de posibles escenarios de rendimiento, en este caso específico, 1,000,000 de simulaciones para mayor precisión.
3. Analizar la distribución de los rendimientos simulados para identificar la probabilidad de diferentes niveles de pérdida y ganancia.

Valor en Riesgo (VaR)

Se calcula para medir el riesgo de pérdidas significativas con un nivel de confianza del 99%, por lo cual, es una herramienta cuantitativa fundamental para evaluar la exposición al

riesgo del portafolio y establecer límites de tolerancia al riesgo, de esta manera, se obtiene una medida clara y fácil de entender sobre la cantidad de pérdida potencial en condiciones normales del mercado, permitiendo a la CVC planificar y tomar decisiones informadas.

Es así como, el procedimiento está basado en:

- Calcular el VaR utilizando los resultados de las simulaciones de Monte Carlo.
- Determinar el nivel de pérdida que no se espera superar con un nivel de confianza del 99%.
- Utilizar este valor para establecer límites de tolerancia al riesgo.

Análisis de Sensibilidad

Se utiliza para evaluar cómo las variaciones en las principales variables financieras afectan el valor del portafolio, ayudando a identificar los factores de riesgo más críticos y su impacto potencial, por lo cual, en la práctica, el análisis de sensibilidad permite a la CVC ajustar sus estrategias de inversión y mitigación de riesgos de manera proactiva.

Por lo tanto, el procedimiento a ejecutar es el siguiente:

- Identificar las variables clave que afectan el rendimiento del portafolio.
- Realizar análisis de sensibilidad modificando estas variables y observando el impacto en el valor del portafolio.
- Utilizar los resultados para ajustar las estrategias de inversión y mitigación de riesgos.

Conviene destacar que, permite evaluar el impacto de diferentes escenarios económicos sobre el portafolio, ya que, al analizar cómo variaciones en la rentabilidad afectan el VaR de cada componente del portafolio, la CVC puede identificar las áreas más vulnerables y desarrollar estrategias de mitigación adecuadas, contribuyendo a comprender los riesgos actuales y

proporcionando información valiosa para anticipar y prepararse para futuros cambios en el mercado.

Instrumentos y técnicas de identificación

Para llevar a cabo las metodologías, la CVC utiliza datos históricos del comportamiento del portafolio, por ejemplo, del último periodo analizado, los cuales proporcionan un marco de referencia para evaluar las tendencias pasadas y predecir futuros movimientos. Los datos históricos son esenciales para realizar simulaciones y estimaciones precisas de riesgos, permitiendo una evaluación detallada y cuantitativa. Los principales instrumentos y técnicas son:

- **Base de datos de valores históricos:** La base de datos contiene información sobre los valores del portafolio, participación del mercado y otros indicadores financieros relevantes, facilitando la realización de simulaciones y el análisis detallado de riesgos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones.
- **Modelos matemáticos y estadísticos:** El equipo de gestión debe aplicar estos modelos mensualmente para procesar los datos históricos del portafolio y realizar simulaciones. Los resultados de los modelos se utilizarán para ajustar las posiciones en activos y determinar si es necesario modificar las estrategias de inversión.

  Se aplican modelos matemáticos y técnicas estadísticas avanzadas para procesar los datos históricos y realizar las simulaciones de Monte Carlo, cálculos de VaR y análisis de sensibilidad, obteniendo una evaluación precisa y consistente de los riesgos financieros.

Valoración de riesgos

Cuantificación de riesgos

Aplicación de técnicas estadísticas y modelos matemáticos en el Modelo planteado en formato Excel para calcular métricas clave que describen la exposición al riesgo. La

cuantificación proporciona una base objetiva para evaluar la probabilidad y el impacto de diferentes eventos de riesgo, las cuales son:

Valor en Riesgo (VaR): Como se mencionó anteriormente, el VaR es una medida cuantitativa que estima la pérdida máxima esperada del portafolio bajo condiciones normales del mercado, con un nivel de confianza del 99%, por lo cual, es esencial para establecer límites de riesgo y diseñar estrategias de mitigación adecuadas.

Cuartiles: Los cuartiles dividen el conjunto de datos de rendimientos en cuatro partes iguales, proporcionando una visión detallada de la distribución de los rendimientos. Por ejemplo, el primer cuartil (Q1) indica el valor por debajo del cual se encuentra el 25% de los datos, el segundo cuartil (Q2), que también es conocido como la mediana, indica el valor por debajo del cual se encuentra el 50% de los datos, y el tercer cuartil (Q3) muestra el valor por debajo del cual se encuentra el 75% de los datos, por lo cual, es una segmentación que ayuda a identificar los extremos y la concentración de los rendimientos, ofreciendo una comprensión más profunda de la distribución de los datos.

Media y desviación estándar: La media de los rendimientos ofrece una medida central del comportamiento del portafolio, indicando el rendimiento promedio esperado; por otro lado, la desviación estándar, mide la variabilidad de los rendimientos alrededor de la media, proporcionando una indicación clara de la volatilidad del portafolio. Una alta desviación estándar indica una mayor dispersión de los rendimientos, lo que implica un mayor riesgo.

Uso de cuartiles, media y desviación estándar

Herramientas estadísticas fundamentales para analizar la distribución de los rendimientos y la variabilidad del portafolio. Los cuartiles permiten dividir el conjunto de datos en segmentos que representan la distribución de los rendimientos, facilitando la identificación de posibles

extremos. La media ofrece una medida central de los rendimientos esperados, mientras que la desviación estándar cuantifica la dispersión alrededor de la media, proporcionando una indicación de la volatilidad del portafolio.

Evaluación de impacto y probabilidad

La evaluación de impacto y probabilidad es una técnica cualitativa que complementa la cuantificación de riesgos, proporcionando una visión más completa del perfil de riesgo del portafolio, permitiendo clasificar los riesgos en función de su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial en el portafolio, facilitando la priorización de los riesgos y la asignación de recursos para su mitigación.

El impacto es la magnitud de las consecuencias que un evento de riesgo puede tener sobre el portafolio, se clasifican generalmente en términos de su severidad, desde leve hasta catastrófico, permitiendo a la CVC preparar respuestas adecuadas para diferentes niveles de impacto.

La probabilidad evalúa la posibilidad de que un evento de riesgo ocurra, la cual, puede basarse en datos históricos, análisis de tendencias y juicios expertos. Los riesgos con alta probabilidad y alto impacto son priorizados para la mitigación inmediata, mientras que aquellos con baja probabilidad y bajo impacto pueden ser monitoreados con menos frecuencia.

Control de riesgos

El control de riesgos es un proceso continuo y dinámico que garantiza la estabilidad y el crecimiento del portafolio de inversiones de la CVC, a través de la implementación de estrategias de mitigación, políticas de diversificación, y procedimientos de monitoreo y seguimiento, la CVC puede gestionar eficazmente los riesgos y proteger su patrimonio financiero.

Estrategias de mitigación de riesgos

Una de las estrategias más efectivas para mitigar el riesgo es la diversificación, ya que, al distribuir las inversiones en una variedad de activos y sectores, la CVC reduce la dependencia de cualquier activo individual, disminuyendo el riesgo de pérdidas significativas debido a la caída de un activo específico y mejorando la estabilidad general del portafolio.

La evaluación rigurosa de los emisores y la selección de activos financieros de alta calidad son fundamentales para minimizar el riesgo de crédito, por ello, la CVC se debe asegurar de elegir emisores con buenas calificaciones crediticias y un historial sólido de cumplimiento de obligaciones financieras, de esta manera, el proceso de selección reduce la probabilidad de incumplimientos y protege los intereses financieros de la entidad.

Finalmente, mantener una reserva de efectivo adecuada es esencial para enfrentar eventos imprevistos y necesidades de liquidez. En el caso de portafolios institucionales como el de la CVC, se recomienda conservar entre el 5% y el 15% del valor total del portafolio en activos líquidos o equivalentes de efectivo, como cuentas de ahorro o instrumentos de alta liquidez, dicho porcentaje debe justificarse en función del análisis del ciclo operativo de la entidad, considerando la necesidad de cubrir obligaciones a corto plazo y garantizar la disponibilidad de efectivo para operaciones regulares. Por ello, se sugiere calcular el nivel mínimo requerido con base en el promedio histórico de gastos operativos mensuales o el flujo mínimo de caja esperado, y contrastarlo con el efectivo disponible en cuentas bancarias y caja. La diferencia, si la hay, debe cubrirse mediante inversiones en instrumentos altamente líquidos dentro del portafolio, asegurando así flexibilidad financiera y capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia.

Políticas de diversificación

El equipo de gestión debe asegurar que ninguna clase de activo supere el 25% del total del portafolio, el cual, responde a criterios de diversificación prudente, comúnmente adoptados en portafolios institucionales para mitigar el riesgo de concentración excesiva en una sola clase de activo. Como lo plantean Gurrib y Alshahrani (2012), la diversificación permite compensar el comportamiento negativo de ciertos emisores con el desempeño más estable de otros, mejorando el rendimiento ajustado al riesgo. En este sentido, el límite del 25% se propone como un punto de equilibrio razonable entre control del riesgo y flexibilidad en la asignación, coherente con las buenas prácticas de gestión y con lo sugerido en el Capítulo XXXI del SIAR de la Superintendencia Financiera de Colombia, donde se promueve la diversificación como política clave de mitigación.

Las políticas de diversificación son una piedra angular en la gestión de riesgos del portafolio. La CVC sigue lineamientos estrictos para diversificar sus inversiones a través de diferentes clases de activos, sectores económicos y regiones geográficas. Las políticas están diseñadas para reducir la volatilidad y optimizar rendimientos, ya que, al invertir en una amplia gama de activos, la CVC puede suavizar la volatilidad del portafolio y beneficiarse de las oportunidades de crecimiento en múltiples áreas.

Procedimientos de monitoreo y seguimiento

La CVC realiza revisiones periódicas del portafolio para evaluar su rendimiento y ajustar las estrategias de inversión según sea necesario. Las revisiones aseguran que el portafolio se mantenga alineado con los objetivos financieros y las condiciones del mercado.

Utilizando herramientas analíticas avanzadas, la CVC monitorea continuamente los riesgos asociados con sus inversiones, por lo cual, se requiere un seguimiento de la volatilidad del mercado, las fluctuaciones de precios de los activos y las condiciones económicas globales.

Finalmente, la CVC prepara reportes regulares sobre el estado del portafolio y los riesgos asociados, los cuales, son revisados por comités de inversión y auditores internos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión del portafolio.

Monitoreo y reporte

Mensualmente, el equipo de riesgos deberá revisar los principales indicadores del portafolio, donde se tenga presente el VaR, duración modificada, liquidez; y presentar un informe detallado al Comité de Inversiones. Trimestralmente, se realizarán simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad para identificar riesgos potenciales y realizar ajustes proactivos en las estrategias de inversión.

El monitoreo y reporte son componentes esenciales del sistema de gestión de riesgos, ya que permiten una evaluación continua del desempeño del portafolio y la efectividad de las estrategias implementadas.

Procedimientos de monitoreo continuo

La CVC implementa un sistema de monitoreo continuo para asegurar que los riesgos del portafolio sean gestionados de manera efectiva en todo momento. Se estructura por tipo de riesgo:

1. Riesgo de Mercado:

- El equipo de gestión debe monitorear los indicadores como el Valor en Riesgo (VaR) y la duración modificada mensualmente.
- Se realiza un análisis de sensibilidad para evaluar cómo afectan las principales

variables del mercado el valor del portafolio.

• Se ejecutan simulaciones de Monte Carlo para analizar la variabilidad de los resultados bajo diferentes escenarios económicos.

• Los resultados se presentan mensualmente al Comité de Inversiones para la toma de decisiones.

2. Riesgo de Crédito:

- Se realizará seguimiento semestral a las calificaciones crediticias de los emisores.

• Se debe monitorear la transición en las calificaciones de riesgo, si un emisor desciende a una categoría inferior a la aceptable, se evaluará su permanencia en el portafolio.

• Para la CVC, dadas sus funciones públicas y el carácter de inversión conservadora, se propone como calificación mínima aceptable la categoría A o su equivalente en escala nacional.

• Las decisiones de recomposición del portafolio deberán incorporar esta restricción, priorizando emisores con historial estable, buena solvencia y cumplimiento de obligaciones.

3. Riesgo de Liquidez:

- No existe una norma que imponga un porcentaje específico, pero mantener entre el 5% y el 10% del portafolio en activos líquidos se propone como una recomendación razonable, considerando la necesidad de atender contingencias y mantener estabilidad operativa. El rango se deriva del análisis del comportamiento histórico del portafolio de la CVC y de la necesidad de preservar capacidad de respuesta ante eventos de mercado imprevistos.

• Se contrasta ese monto con el disponible en cuentas corrientes, de ahorro y otros activos altamente líquidos.

• En caso de déficit, se recomienda mantener esa proporción mediante inversiones en instrumentos de liquidez inmediata como CDTs o fondos abiertos.

• El nivel se revisará trimestralmente, junto con el análisis de vencimientos de activos del portafolio.

4. Riesgo Operacional:

- Se monitorean posibles fallas en los procesos de inversión, ejecución de operaciones y cumplimiento de las políticas internas.
- Se documentan eventos operacionales como errores administrativos, retrasos, fallos tecnológicos o incumplimientos de procedimientos, que puedan derivar en afectaciones financieras o pérdida de control.
- Se aplicarán auditorías internas semestrales y revisión de procedimientos definidos en el presente manual.

  Las métricas de seguimiento establecidas son:

  – El número total de no conformidades detectadas por periodo.

  – El porcentaje de no conformidades corregidas dentro del plazo previsto.

  – El tiempo promedio de corrección (en días) desde la detección hasta la implementación de medidas.

  – La frecuencia de eventos operacionales clasificados como críticos.
- Las métricas se recopilan y analizan trimestralmente, presentándose en los informes al Comité de Riesgos para tomar decisiones sobre mejora continua y ajustes a los controles internos.

Informes de gestión de riesgos

La CVC prepara informes regulares sobre la gestión de riesgos que proporcionan una visión detallada del estado del portafolio y los riesgos asociados, teniendo presente:

- Resumen de los principales hallazgos y recomendaciones.
- Análisis detallado de la evaluación de los riesgos de mercado, crédito y liquidez.
- Resultados de simulaciones, para lo cual, se presenta los resultados de las simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad realizados.
- Análisis de la efectividad de las estrategias de mitigación implementadas y propuestas de ajuste si es necesario.
- Preparar informes mensuales con los resultados del monitoreo y presentarlos al Comité de Inversiones.
- Los informes trimestrales deben tener un análisis detallado de las estrategias de mitigación y una evaluación de su efectividad.

Frecuencia y formato de los reportes

Para asegurar una gestión efectiva de los riesgos, la CVC establece una frecuencia y formato específicos para los reportes de gestión de riesgos:

- Los reportes mensuales para un análisis detallado del rendimiento del portafolio y una evaluación de los riesgos asociados. Revisar los principales indicadores de rendimiento del portafolio, como la VaR, duración modificada, TIR, liquidez.
- Reportes trimestrales que proporcionan una visión más amplia y estratégica, incluyendo análisis de tendencias y proyecciones a mediano y largo plazo. Utilizar simulaciones de Monte Carlo y análisis de sensibilidad para evaluar la respuesta del portafolio a diferentes

escenarios económicos. Realizar un análisis de la composición del portafolio y ajustar las posiciones en caso de que el riesgo supere los límites establecidos.

- Reportes anuales que ofrecen una evaluación exhaustiva del desempeño del portafolio durante el año, incluyendo una revisión de las políticas de gestión de riesgos y recomendaciones para el próximo año.

Roles y responsabilidades

En la gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones de la CVC, es esencial contar con una estructura clara de roles y responsabilidades para asegurar una administración eficaz y eficiente.

Comité de riesgos

Se reunirá mensualmente para revisar los informes presentados por el equipo de gestión. El Comité aprobará las estrategias de mitigación recomendadas y decidirá sobre posibles ajustes en el portafolio si el VaR o el análisis de sensibilidad identifican riesgos significativos.

El Comité de Riesgos es el órgano principal encargado de supervisar y gestionar los riesgos del portafolio de inversiones, sus responsabilidades son:

- Revisión y aprobación de las políticas de gestión de riesgos, asegurando que sean adecuadas para las condiciones del mercado y las necesidades de la CVC.
- Asegurarse de que las estrategias de mitigación de riesgos estén implementadas de manera efectiva y ajustadas cuando sea necesario.
- Revisión periódica de los informes de gestión de riesgos para identificar posibles amenazas y oportunidades, y tomar decisiones informadas.

Equipo de gestión de riesgos

El equipo de gestión de riesgos está compuesto por profesionales especializados en la identificación, análisis y mitigación de riesgos financieros, sus principales responsabilidades son:

- Aplicar metodologías como simulaciones de Monte Carlo, análisis de sensibilidad y cálculos de VaR para evaluar los riesgos del portafolio.
- Realizar un seguimiento constante de los riesgos asociados al portafolio, utilizando herramientas analíticas avanzadas y reportando cualquier cambio significativo al Comité de Riesgos.
- Elaborar informes detallados sobre el estado del portafolio y los riesgos identificados, proporcionando información crucial para la toma de decisiones estratégicas.

Responsabilidades de los inversionistas y gestores

Los inversionistas y gestores de la CVC también juegan un papel fundamental en la gestión de riesgos, sus responsabilidades son:

- Asegurarse de que todas las inversiones se realicen conforme a las políticas y procedimientos establecidos por el Comité de Riesgos.
- Colaborar en la diversificación del portafolio para reducir la exposición a riesgos específicos, seleccionando activos y emisores de alta calidad.
- Mantener una comunicación abierta y regular con el equipo de gestión de riesgos y el Comité de Riesgos, proporcionando actualizaciones sobre las inversiones y cualquier riesgo potencial identificado.

Revisión y actualización del manual

El Comité de Riesgos revisará el manual cada 6 meses y propondrá actualizaciones en función de los cambios en las condiciones del mercado. La revisión y actualización del manual

de gestión de riesgos financieros es un proceso importante para asegurar que las políticas y procedimientos reflejen las condiciones actuales del mercado y las necesidades de CVC.

Procedimientos de revisión

El manual debe ser revisado de manera sistemática y estructurada para garantizar su relevancia y efectividad, para lo cual, se debe llevar a cabo una evaluación detallada de la eficacia de las políticas y procedimientos actuales de gestión de riesgos, considerando los cambios en el entorno económico, regulatorio y operativo.

Por otro lado, se debe analizar los resultados y el desempeño del portafolio de inversiones en relación con los objetivos de gestión de riesgos establecidos, ayudando así a identificar áreas de mejora y ajustes necesarios.

Igualmente, se deben realizar consultas y recibir retroalimentación de los miembros del Comité de Riesgos, el equipo de gestión de riesgos, inversionistas y otros stakeholders relevantes, siendo un proceso vital para identificar posibles deficiencias y áreas de mejora en las políticas y procedimientos actuales.

Finalmente, para ajustar el modelo y realizar nuevas simulaciones, se deben modificar los valores de la ficha técnica en el archivo de Excel correspondiente. La ficha técnica contiene los datos clave del portafolio de inversiones y su actualización permite reflejar las condiciones actuales del mercado y del portafolio.

Frecuencia de actualización

Para mantener la efectividad y relevancia del manual, la CVC establece una frecuencia regular de actualización. El manual debe ser revisado y actualizado al menos una vez al año para incorporar cualquier cambio significativo en el entorno financiero y regulatorio. Además, se debe llevar a cabo una revisión adicional del manual en respuesta a eventos significativos que puedan

afectar los riesgos del portafolio, tales como cambios en las condiciones del mercado, nuevas regulaciones o eventos económicos imprevistos.

Responsables de la actualización

La actualización del manual es una responsabilidad compartida entre varios roles clave dentro de la CVC:

- El comité de riesgos es el responsable principal de supervisar el proceso de revisión y actualización del manual, para lo cual, revisa y aprueba cualquier cambio propuesto para asegurar que se alineen con los objetivos estratégicos de la CVC.
- El equipo de gestión de riesgo es el encargado de implementar los cambios aprobados por el comité de riesgos, por lo que, debe realizar un seguimiento continuo de los riesgos y preparar propuestas de actualización basadas en su análisis y monitoreo constante.
- Los inversionistas y gestores deben proporcionar retroalimentación y colaborar en el proceso de revisión, asegurando que las políticas y procedimientos actualizados sean prácticos y efectivos en la gestión del portafolio.

Conclusiones

El presente manual de gestión de riesgos financieros del portafolio de inversiones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) proporciona una guía exhaustiva y detallada para la evaluación y gestión de los riesgos asociados al portafolio de inversiones. A partir de los resultados obtenidos en cada una de las fases descritas, se puede realizar un análisis integral de los riesgos del portafolio como se describe a continuación.

El análisis de la composición del portafolio y los rendimientos históricos permite identificar las áreas de mayor exposición al riesgo, siendo un diagnóstico inicial fundamental para establecer una línea base sobre la cual se desarrollarán las estrategias de gestión de riesgos.

Utilizando metodologías avanzadas como el Valor en Riesgo (VaR), las simulaciones de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad, se cuantifican los riesgos asociados a diferentes escenarios económicos, proporcionando una visión probabilística del comportamiento del portafolio, permitiendo identificar los posibles impactos de eventos adversos y establecer límites de tolerancia al riesgo.

El cálculo del VaR para los diferentes componentes del portafolio proporciona una medida cuantitativa del riesgo de pérdidas significativas, permitiendo a la CVC evaluar la exposición al riesgo bajo diferentes condiciones de mercado y tomar decisiones informadas sobre la asignación de activos.

Al realizar 1,000,000 de simulaciones, se obtiene una distribución detallada de los posibles rendimientos del portafolio, contribuyendo a identificar los escenarios más probables y a evaluar la variabilidad de los rendimientos, de esta manera, se puede evaluar cómo las variaciones en las principales variables financieras afectan el valor del portafolio. Así, el análisis es fundamental para identificar los factores de riesgo más críticos y su impacto potencial.

A partir de los resultados del análisis de riesgos, se pueden desarrollar estrategias de mitigación y control como la diversificación del portafolio, la selección cuidadosa de activos y emisores, y el mantenimiento de reservas de efectivo. Son estrategias diseñadas para reducir la exposición a riesgos específicos y mejorar la estabilidad del portafolio.

Los procedimientos establecidos para la implementación de las estrategias de mitigación y el monitoreo continuo del portafolio aseguran que la CVC pueda adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes del mercado. El monitoreo regular de los indicadores clave de riesgo permite identificar y responder proactivamente a cualquier señal de alerta.

La revisión periódica y la actualización del manual garantizan que las políticas y estrategias de gestión de riesgos se mantengan relevantes y efectivas, asegurando que la CVC esté siempre preparada para enfrentar nuevos desafíos y aprovechar oportunidades emergentes en el mercado.