

**Aplicación de un modelo de riesgo de mercado para la empresa Banca de Inversiones de
Colombia (BAINCOL) de la ciudad de Popayán del año 2021 y 2022.**



Natali Ruth Muñoz Vera

Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables
Programa de Finanzas y Negocios Internacionales
Popayán, Cauca

2024

Aplicación de un modelo de riesgo de mercado para la empresa Banca de Inversiones de Colombia (BAINCOL) de la ciudad de Popayán del año 2021 y 2022.



Natali Ruth Muñoz Vera

Trabajo de grado tipo pasantía para optar al título de profesional en Finanzas y Negocios Internacionales.

Director

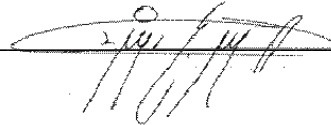
Jorge Eduardo Orozco Álvarez

Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables
Programa de Finanzas y Negocios Internacionales
Popayán, Cauca

2024

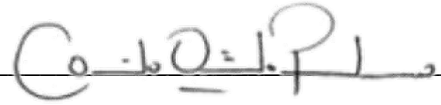
Nota de aceptación

Una vez revisado el documento final del trabajo de grado titulado *“Aplicación de un modelo de riesgo de mercado para la empresa banca de inversiones de Colombia (BAINCOL) de la ciudad de Popayán del año 2021 y 2022”*, realizado por la estudiante Natali Ruth Muñoz Vera, aprueba la sustentación para optar, por el título de profesionales en Finanzas y Negocios Internacionales en la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.



Director.

Jorge Eduardo Orozco Álvarez.



Jurado 1.

Camilo Oviedo Perdomo.



Jurado 2.

Jesus Giovanni Uzuriaga Cerón.

Popayán, 2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios y a mi familia. Ellos han sido un gran apoyo y un ejemplo de superación que me ha permitido alcanzar este objetivo. A mis padres les agradezco por su apoyo financiero, su amor y su constante motivación para seguir adelante. Sin ellos, este logro no habría sido posible. Quiero hacer una mención especial a mi padre Milton Muñoz y mi madre Marisol Vera.

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, a mi familia y a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca por el valioso crecimiento personal y profesional que me han aportado durante este período de capacitación. Su apoyo inquebrantable ha sido fundamental para alcanzar mis objetivos.

Además, deseo agradecer al grupo empresarial GEMM*, en particular a la Banca de Inversiones de Colombia, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y fortalecer mis conocimientos. Su confianza en mí ha sido un motor para seguir adelante.

Por último, quiero expresar mi gratitud a la vida misma. Aunque no ha sido un camino fácil, me ha demostrado que soy capaz de superar obstáculos y lograr mis metas. ¡Este logro es un testimonio de perseverancia y determinación en mi generación!

Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Introducción	10
Formulación	12
Objetivos.....	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos.....	13
Justificación y Delimitación	14
Marco Teórico.....	16
Valor en Riesgo (VaR).....	20
Tipo de Investigación.....	25
Estrategias Metodológicas	26
Población y Muestra.....	26
Procedimiento.....	29
Resultados Obtenidos.....	34
Objetivo 1	34
Objetivo 2.....	40
Objetivo 3.....	50
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Referencias Bibliográficas	56

Lista de Figuras

Figura 1. Simulación Histórica año 2021.	42
Figura 2. Simulación histórica año 2022.	43
Figura 3. Toma 1 simulación histórica año 2022.....	44
Figura 4. Duración modificada año 2021	46
Figura 5. Toma 1 duración modificada año 2021	47
Figura 6. Toma 2 duración modificada año 2021	47
Figura 7. Duración modificada año 2022	48
Figura 8. Toma 1 duración modificada año 2022	49
Figura 9. Toma 2 duración modificada año 2022.....	49
Figura 10. Toma 3 duración modificada año 2022	50
Figura 11. Variación por año	51
Figura 12. Comparación de títulos por año.....	52
Figura 13. Títulos por año.....	52

Resumen

En el contexto de un portafolio de inversiones, se lleva a cabo una evaluación de riesgo mediante el análisis de diferentes tipos de riesgos. Para ello, se aplican dos métodos específicos:

Simulación Histórica: Se utiliza este método para evaluar el riesgo en el portafolio. Consiste en analizar datos históricos y simular diferentes escenarios para comprender cómo podría afectar el rendimiento del portafolio.

Duración Modificada por VaR Paramétrico: La duración modificada es una medida que relaciona la sensibilidad del portafolio ante cambios en las tasas de interés. Se combina con el Valor en Riesgo (VaR) paramétrico para estimar las pérdidas potenciales en función de los movimientos del mercado.

Además, se realiza una prueba de Backtesting, profundizando en su historia. Esto permite entender su relevancia en el ámbito financiero y su conexión con el riesgo. Con esta información, las entidades financieras pueden tomar decisiones informadas para optimizar el rendimiento del portafolio.

Palabras clave: simulación histórica, duración modificada, riesgo operativo, riesgo de liquidez, riesgo de mercado, VaR paramétrico por duración modificada, Backtesting, VaR paramétrico por simulación histórica, Valor en riesgo.

Abstract

In the context of an investment portfolio, a risk assessment is carried out by analysing different types of risks. To this end, two specific methods are applied:

Historical Simulation: This method is used to assess risk in the portfolio. It involves analyzing historical data and simulating different scenarios to understand how it could affect the portfolio's performance.

Parametric VaR-Modified Duration: Modified duration is a measure that relates the sensitivity of the portfolio to changes in interest rates. It is combined with parametric Value at Risk (VaR) to estimate potential losses based on market movements.

In addition, a Backtesting test is carried out, delving into its history. This allows us to understand its relevance in the financial field and its connection to risk. With this information, financial institutions can make informed decisions to optimize portfolio performance.

Keyword: historical simulation, modified duration, operational risk, liquidity risk, market risk, parametric VaR modified duration, backtesting, parametric VaR historical simulation, value at risk (VaR)

Introducción

En una banca de inversiones, los beneficios son altamente volátiles debido a la fluctuación constante en los precios de los títulos adquiridos, así como a los ciclos económicos y la evolución de los mercados. Como resultado, cualquier inversión en este mercado está expuesta al riesgo de mercado, lo que puede generar la inhabilitación de negocios, ventas a precios menores y mayores pérdidas si las empresas no implementan un modelo de riesgo adecuado. Por esta razón, la mayoría de las empresas de banca de inversión utilizan un modelo de VaR (Valor en Riesgo) paramétrico con duración modificada (Jorion, 2006).

El riesgo de mercado se refiere a la posibilidad de que una empresa de crédito incurra en pérdidas y se disminuya el valor de su patrimonio técnico como resultado de cambios en el precio de los instrumentos financieros en los que la empresa mantiene posiciones, ya sea dentro o fuera del balance. Estos cambios en el precio de los instrumentos pueden ser causados por la variación de las tasas de interés, los tipos de cambio y otros índices (Joshi, 2008).

El modelo VaR es un indicador financiero muy útil en el mercado porque estima las pérdidas potenciales en las que puede incurrir un activo, cartera o empresa durante un período de tiempo. La precisión de este modelo es muy importante en la toma de decisiones. El método paramétrico analiza los movimientos de precios de las inversiones durante un período retrospectivo y utiliza la teoría de la probabilidad para calcular la pérdida máxima de la cartera, basándose en la experiencia previa. La Duración Modificada muestra el cambio porcentual del precio de un bono ante cambios en la tasa de rendimiento (Fabozzi, 2005).

Una vez que se compara el valor del primer día hábil del año con cada día hábil del año, se puede determinar un nivel de confianza acorde a lo que se tiene parametrizado a nivel interno de la empresa. Los datos son depurados y se valida que concuerden tanto en el Backtesting como en

el modelo de VaR para realizar la evaluación anual del comportamiento de los títulos negociados. La esencia del Backtesting es la comparación de los resultados de un portafolio contra los resultados generados por un modelo de medición de riesgo. Por esta razón, es importante realizar este proceso y validar el modelo implementado en la empresa, como es el caso de Baincol.

Formulación

¿Cómo aplicar un modelo de riesgo para el cálculo del VaR con la implementación del Backtesting en el portafolio de inversiones de la empresa Baincol en los años 2021 y 2022?

Objetivos

Objetivo General

Realizar la evaluación de un modelo de riesgo de mercado aplicable a la empresa Baincol

Objetivos Específicos

- Realizar una revisión histórica sobre el modelo Backtesting, su origen y su importancia en el mundo empresarial para comprender su papel en la gestión de riesgos financieros.
- Evaluar la idoneidad del modelo de Backtesting y el VaR paramétrico por duración modificada para la gestión de riesgos financieros en Baincol, identificando sus fortalezas y debilidades en el contexto de la empresa.
- Aplicar el modelo de Backtesting para analizar si el nivel de títulos de los portafolios a corto plazo se valorizó en el año 2022 respecto al día anterior, utilizando el VaR paramétrico por duración modificada para medir el riesgo asociado y establecer un nivel de confianza en los resultados obtenidos.

Justificación y Delimitación

En esta investigación tenía como propósito determinar cuál de las herramientas se ajustaría con los datos obtenidos de manera precisa a la evaluación del Backtesting.

El VaR se ha convertido en un estándar de medición de riesgos financieros en todo el mundo, y es ampliamente utilizado por las instituciones financieras y los reguladores en muchos países. Esto ha permitido una mayor transparencia y consistencia en la medición y gestión de riesgos financieros en la economía global porque permite a las instituciones financieras y a los inversores tomar decisiones informadas sobre la gestión de sus carteras de inversión (Laviada, 2007).

Existen varias herramientas de medición del Valor en Riesgo (VaR) que pueden ser utilizadas por las entidades financieras y los inversores. Cada una tiene sus fortalezas y debilidades, y es importante elegir la herramienta adecuada según las necesidades y objetivos específicos de cada entidad financiera o inversor. Además, permite una mayor precisión en la medición del riesgo, lo que mejora la capacidad de la empresa para gestionar sus inversiones y minimizar las pérdidas potenciales (Hull, 2018).

El VaR paramétrico por duración modificada es una técnica comúnmente utilizada para medir el riesgo de una cartera de títulos en una entidad financiera y la que mejor abarca los datos que serán utilizados para la evaluación de la prueba Backtesting.

El VaR por simulación histórica tiene limitaciones, como la suposición de que los patrones históricos se repetirán en el futuro y la falta de consideración de eventos extremos fuera del rango de datos históricos. Es esencial complementar esta prueba con otras herramientas de medición y gestión de riesgos para obtener una visión más completa del riesgo en la cartera como lo proporciona (Hilpisch, 2015).

Mediante el uso de estas dos herramientas de Valor en Riesgo (VaR), podemos evaluar de manera precisa el rendimiento del portafolio de la empresa Baincol. Esto nos permite determinar si se está implementando una estrategia adecuada o si es necesario realizar cambios

Marco Teórico

Existen diferentes tipos de riesgo financiero que las instituciones financieras deben considerar y gestionar de manera adecuada. Uno de los principales tipos de riesgo financiero es el **riesgo de mercado**, que se refiere al posible perjuicio económico inherente encontrado en la volatilidad de los precios en el mercado de valores, mercados de divisas, mercados financieros o los mercados de materias primas, que pueden afectar directamente los activos financieros que pertenecen a las carteras de las instituciones financieras y las operaciones que realiza (Jorion, 2006).

Alexander (2009) precisa que este tipo de riesgo puede surgir debido a diversos factores macroeconómicos y financieros como lo es:

- el riesgo de tasa de interés por cambios en las tasas de interés que afectan el valor de bonos y otros activos de renta fija.
- El riesgo de tipo de cambios que son las fluctuaciones en los tipos de cambio que pueden impactar el valor de las inversiones en moneda extranjera.
- El riesgo de mercado de acciones que depende de los movimientos en los precios de las acciones que pueden afectar las inversiones en acciones individuales o fondos de inversión.
- Riesgo de mercado de materias primas el cual es el cambio de precios en materias primas como el petróleo o el oro que pueden impactar a inversionistas y empresas relacionadas con estas industrias.
- Riesgo de liquidez que, por la ausencia de esta en el mercado, puede dificultar la compra o venta de activos a precios deseados.

Otro tipo de riesgo financiero es el **riesgo de crédito**, como lo explica Cabedo Semper y Moya Clemente (2000), es la posibilidad de que el prestatario no cumpla con sus obligaciones de pago, lo que puede llevar a que la entidad financiera no recupere el dinero prestado.

Este riesgo es crítico tanto para las instituciones financieras como para los prestatarios, ya que afecta directamente al costo y a las condiciones de los préstamos (The Circus, 2023). Algunos de los factores clave que contribuyen al riesgo de crédito:

- La calificación crediticia de un deudor, emitida por agencias de calificación, es un indicador importante del riesgo de crédito. Cuanto más baja sea la calificación crediticia, mayor será el riesgo de que el deudor no cumpla con sus pagos.
- El historial crediticio del deudor, que incluye su historial de pagos pasados, la cantidad de deuda actual y cualquier incumplimiento anterior, es un factor crucial en la evaluación del riesgo de crédito.
- La capacidad financiera del deudor para cumplir con sus obligaciones es fundamental. Se evalúa su flujo de efectivo, ingresos, activos y pasivos para determinar si tiene la capacidad de pagar la deuda.
- Las condiciones económicas generales y las tendencias del mercado pueden influir en el riesgo de crédito. Un entorno económico desfavorable puede aumentar la probabilidad de incumplimiento.
- El tipo de deuda también afecta al riesgo de crédito. Las deudas no garantizadas suelen tener un mayor riesgo que las deudas garantizadas por activos tangibles.
- El plazo de vencimiento de la deuda es relevante. Las deudas a largo plazo pueden tener un mayor riesgo de incumplimiento debido a la incertidumbre a largo plazo.

- La industria en la que opera el deudor también puede influir en el riesgo de crédito. Algunas industrias son más cíclicas y volátiles que otras.
- La ubicación geográfica del deudor puede ser relevante. Las condiciones económicas y políticas en una región específica pueden afectar al riesgo de crédito.
- La estructura de capital del deudor, incluyendo su nivel de apalancamiento, puede indicar su capacidad para manejar deudas adicionales y afectar al riesgo crediticio.
- Las leyes y regulaciones locales e internacionales pueden influir en la capacidad de un deudor para cumplir con sus obligaciones financieras.
- Eventos imprevistos como desastres naturales, crisis económicas o problemas políticos pueden aumentar el riesgo de crédito al afectar negativamente la capacidad de un deudor para cumplir con sus pagos.
- En el contexto de las instituciones financieras, la diversificación de la cartera de préstamos es importante. Una cartera bien diversificada puede ayudar a mitigar el riesgo de crédito al reducir la exposición a un deudor o industria específica.

Para la evaluación y gestión adecuada de este tipo de riesgo es esencial para las instituciones financieras, inversoras y empresas que otorgan crédito. Se utilizan herramientas como análisis de crédito, modelado de riesgo y técnicas de gestión de carteras para gestionar y mitigar el riesgo de crédito de manera efectiva (Hull, 2018).

Por último, el **riesgo operacional** se refiere al riesgo de pérdidas financieras debido a problemas en los procesos, sistemas o personas que conforman la institución financiera, puede incluir errores humanos, fallas en los sistemas informáticos o incumplimientos regulatorios. Laviada (2007) menciona algunos de los factores clave que contribuyen al riesgo operacional como:

- Fallos humanos, como errores de entrada de datos, omisiones en procesos o malentendidos de instrucciones, pueden generar pérdidas financieras.
- Tecnología y sistemas de información: Problemas en la infraestructura tecnológica, como fallas en sistemas informáticos, interrupciones en la red, ciberataques o problemas en el software, pueden interrumpir las operaciones y causar pérdidas.
- Decisiones de gestión inadecuadas, malas prácticas de gestión de proyectos o una falta de supervisión efectiva pueden conducir a errores operativos.
- En cuanto a los recursos humanos la falta de capacitación, rotación de personal, problemas de motivación o conductas fraudulentas de empleados pueden generar riesgos operativos.
- Los Procesos operativos ineficientes, falta de estándares y procedimientos claros o cambios en los procesos sin una adecuada implementación pueden aumentar el riesgo operacional.
- Los eventos externos imprevistos, como desastres naturales, problemas políticos o crisis económicas, pueden afectar las operaciones de la empresa.
- Actividades fraudulentas o delitos financieros, como el fraude interno o externo, el lavado de dinero o la corrupción, pueden causar pérdidas significativas.
- Incidentes que dañan la reputación de la empresa, como la mala atención al cliente o problemas de calidad de productos o servicios, pueden tener un impacto en la rentabilidad.
- No cumplir con las regulaciones y normativas gubernamentales o de la industria puede resultar en multas, sanciones o acciones legales, lo que representa un riesgo operacional.
- Cambios en las leyes y regulaciones pueden requerir ajustes significativos en los procesos operativos y aumentar la complejidad del cumplimiento.
- La falta de planificación para contingencias imprevistas, como la falta de suministros críticos o la interrupción de la cadena de suministro, puede aumentar el riesgo operacional.

- La dependencia de terceros para ciertas operaciones, como subcontratistas o proveedores de servicios, puede aumentar el riesgo si esos terceros no cumplen con los estándares esperados.
- La expansión global de operaciones puede aumentar el riesgo operacional debido a factores como la diversidad de regulaciones y condiciones económicas en diferentes regiones.

La gestión efectiva del riesgo operacional implica la identificación, evaluación y mitigación de estos factores a través de prácticas de gestión de riesgos, auditorías internas, controles internos, sistemas de gestión de la calidad y protocolos de respuesta a incidentes, entre otros. Las empresas deben tener un enfoque proactivo para minimizar los riesgos operativos y garantizar la continuidad de sus operaciones.

Valor en Riesgo (VaR)

El VaR (Valor en Riesgo), abreviado como VaR (del inglés "Value at Risk"), es una medida estadística utilizada en el campo de la gestión de riesgos financieros para cuantificar y evaluar el riesgo asociado a una cartera de activos financieros o a una inversión en particular. El VaR, según Cabedo Semper y Moya Clemente (2000), proporciona una estimación cuantitativa de la pérdida máxima esperada que un inversor o institución financiera podría enfrentar en un período de tiempo específico y a un nivel de confianza determinado.

Se calcula en base a modelos estadísticos que toman en cuenta una serie de variables que influyen en el riesgo, como la volatilidad y la correlación de los precios de los activos financieros, así como el tamaño y la diversificación de la cartera de inversión, esto permite comprender mejor el riesgo financiero asociado a las inversiones y tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar y reducir este riesgo (Graham y Dodd, 2023).

En otras palabras, el VaR proporciona una estimación cuantitativa de la cantidad de dinero que un inversor podría perder en su portafolio con un cierto grado de confianza en un período de tiempo dado. Para calcular el VaR es necesario que las condiciones del mercado estén normales, pues en momentos de crisis es necesario definir las pérdidas esperadas (Williams y Dobelman, 2017).

Componentes del VaR

Los componentes del VaR:

- Nivel de confianza: representa la probabilidad de que las pérdidas reales superen el VaR estimado. Por ejemplo, un VaR del 95% indica que se espera que las pérdidas superen el VaR solo en un 5% de los casos.
- Horizonte de Tiempo: El VaR se calcula para un período de tiempo específico, que puede variar según las necesidades de gestión de riesgos. Los horizontes de tiempo más comunes son un día (VaR diario) o un año (VaR anual), pero pueden adaptarse según los requerimientos.
- Valor Inicial: El VaR se calcula a partir del valor inicial del portafolio o activo en consideración. Es decir, se parte del valor de mercado en el momento en que se realiza el cálculo.

Técnicas para calcular el VaR

Algunas de las técnicas para calcular el VaR, son:

VaR Paramétrico: Este método utiliza la teoría estadística y matemática para medir el riesgo de una cartera de inversión. Utiliza información histórica sobre el rendimiento de la cartera

para calcular la desviación estándar y la correlación entre los diferentes activos de la cartera (Jorion, 2006).

VaR Histórico: Este método utiliza información histórica sobre los cambios en los precios de los activos para estimar el riesgo futuro. En lugar de utilizar modelos matemáticos, Alexander, (2009); Moscote Flórez (2013) exponen que el VaR histórico se basa en la suposición de que los cambios futuros en los precios de los activos serán similares a los cambios en el pasado.

VaR Monte Carlo: Este método utiliza simulaciones de Monte Carlo para estimar el riesgo de una cartera de inversión. Este enfoque lo considera Salinas Ávila (2009) en el cual, explica que el VaR Monte Carlo implica la generación de múltiples escenarios aleatorios para el rendimiento futuro de los activos, lo que permite una estimación más precisa del riesgo.

Entre las diferentes herramientas de medición de riesgo disponibles en la industria financiera, el método que mejor se ajusta a la necesidad de la empresa Baincol es el VaR Paramétrico basado en que puede proporcionar una medida cuantitativa del riesgo con alta probabilidad de ser útil para evaluar la adecuación del portafolio a los objetivos y restricciones de riesgo de la empresa.

Se puede realizar una prueba por simulación histórica pero no resultó como se esperaba, debido a que Álvarez y Rossignolo (2015) y Moscote Flórez (2013) advierten que el método de simulación histórica asume que los rendimientos futuros seguirán la misma distribución que los rendimientos históricos observados. Más adelante explicaremos los resultados que arrojó este método. Sin embargo, esta suposición puede no ser válida en mercados financieros volátiles o en períodos de crisis, donde se pueden producir eventos extremos y cambios bruscos en la distribución de los rendimientos por experiencias que menciona (Alexander, 2009).

Herramientas para calcular el VaR

Algunas herramientas para calcular el VaR Paramétrico son:

Desviación estándar: es una medida de la variabilidad o la dispersión de los retornos de una cartera de inversión. Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será el riesgo asociado a la cartera (Rodríguez-Alveal et al., 2021).

Correlación: es una medida de la relación entre dos o más activos en una cartera de inversión. Una alta correlación entre dos activos indica que los cambios en el precio de un activo afectarán significativamente el precio del otro activo (Lahura, 2003).

Distribución normal: en el VaR paramétrico se utiliza para modelar la distribución de los retornos de la cartera de inversión. La distribución normal es una distribución de probabilidad continua, utilizada en estadística y matemáticas financieras (Martínez Gómez y Marí Benlloch, 2010).

Duración Modificada: La duración modificada es una medida de la sensibilidad del precio de un bono a cambios en las tasas de interés. Esta herramienta es útil para calcular el VaR de una cartera de bonos como lo menciona (Jorion, 2006).

Para asegurarse de que el modelo de VaR es preciso y confiable, es importante validar el modelo a través de pruebas de Backtesting.

El Backtesting como lo explica Alba Suárez (2019), es un procedimiento estadístico donde las pérdidas y ganancias son comparadas correspondientemente al VaR estimado. Se toman los datos históricos y se comparan con las predicciones del modelo de VaR para evaluar si el modelo funciona correctamente y puede predecir el riesgo con precisión.

Existen diferentes tipos de pruebas de Backtesting, una de ellas es: La prueba de Kupiec, esta prueba se basa en la hipótesis donde las pérdidas se distribuyen de forma binomial. Es decir, que una pérdida se puede considerar como un fracaso y una ganancia como un éxito. A partir de

esta hipótesis, se calcula la probabilidad de que el modelo de VaR esté subestimando o sobreestimando el riesgo de la cartera (Cortes Quintero, 2023).

Tipo de Investigación

Se basó en una investigación aplicada.

Esta investigación desarrolló e implementó pruebas de Backtesting para la validación modelos VaR y mejora de la gestión de riesgos en la organización. Este proceso involucró la recolección, análisis y aplicación de datos históricos que se usaron para medir el valor en riesgo al que se puede exponer en el futuro la Banca de Inversiones de Colombia para presentar un margen de error del 1% y un nivel de confianza del 99 %.

Estrategias Metodológicas

Población y Muestra

La muestra de datos para esta evaluación fueron 246 y 249 datos históricos del año 2021 y 2022 respectivamente, que presentó la empresa Baincol, tanto por duración modificada como simulación histórica, en estos datos diarios no se tuvieron en cuenta fines de semana y días festivos.

En una hoja de Excel, se llevó a cabo una minuciosa recopilación de información crítica relacionada con un diversificado portafolio de inversiones. Cada título incluido en este portafolio se encuentra acompañado de un conjunto de precios de mercado correspondientes a cada uno de los 246 y 249 días que se abarcó en el período de estudio de los años 2021 y 2022 respectivamente.

Con gran precisión, se ha calculado el Valor en Riesgo (VaR) diario de cada uno de estos títulos. Este indicador, que se implementó fue fundamental para evaluar la exposición al riesgo en las inversiones, proporcionando una visión clara y concisa de la volatilidad y la incertidumbre en el mercado financiero.

Para obtener una perspectiva aún más completa de la dinámica del portafolio, se ha realizado una comparación detallada de los precios de mercado diarios de cada título con respecto al precio de mercado en el primer día del período analizado. Esto se hizo calculando la diferencia entre los valores, lo que permitió entender las fluctuaciones y tendencias a lo largo del tiempo.

Es importante destacar que este portafolio es altamente volátil, con negociaciones diarias que impactan tanto en la composición como en el valor de los títulos. En consecuencia, no existe un número constante de títulos desde el inicio hasta el final del período. Algunos títulos se negociaron para su venta, y otros pudieron haber llegado a su vencimiento, lo que añade un nivel adicional de complejidad a este análisis.

Posteriormente, se procedió a la sumatoria del valor de mercado diario de todos los títulos en el portafolio, lo que nos proporcionó un indicador global que refleja la evolución y el desempeño conjunto de las inversiones. Este resultado, que engloba las diferencias diarias de cada título, se ha presentado de manera ordenada en una nueva hoja de cálculo.

En esta nueva hoja de cálculo, se han agregado datos complementarios para un análisis más profundo. Estos datos se han seleccionado estratégicamente para proporcionar una visión integral del portafolio, considerando aspectos clave como la rentabilidad, el riesgo y la exposición en el mercado financiero. Esta información será esencial para tomar decisiones informadas y estratégicas en el contexto de inversiones y gestión de carteras.

Siguiendo con la recopilación de datos del portafolio de inversiones, se ha llevado a cabo un registro detallado de datos durante 246 días consecutivos en el año 2021 y 249 en el año 2024, cada uno con su respectiva fecha. La información recopilada abarca una serie de indicadores esenciales que proporcionan una visión integral de la dinámica del portafolio, en consonancia con el enfoque previamente descrito.

En segundo lugar, se ha documentado el "Valor de Mercado Total Diario", que reflejó la suma de los valores de mercado de todos los títulos contenidos en el portafolio en cada uno de los 246 y 249 días. Esta cifra global es de suma importancia, ya que nos da una idea precisa de la evolución del valor total de las inversiones a lo largo de los períodos de análisis.

Asimismo, se ha calculado el "VaR Total Diario" (Valor en Riesgo), un indicador crítico en la gestión de riesgos financieros. El VaR proporciona una estimación de la pérdida máxima que podría ocurrir en el portafolio en un nivel de confianza específico. Cada día, se ha evaluado esta métrica para comprender la exposición al riesgo del portafolio en diferentes condiciones del mercado.

El "PyG Diario" (Profit and Loss, es decir, Ganancias y Pérdidas) también ha sido calculado para cada jornada. Este indicador revela si el portafolio ha obtenido ganancias o ha sufrido pérdidas en un día determinado, lo que es esencial para evaluar el desempeño y la rentabilidad a lo largo del tiempo.

La recopilación y el análisis de estos datos diarios han revelado una situación inesperada y fundamental en el estudio. La simulación histórica, que inicialmente se había utilizado, no ha proporcionado los resultados esperados. De hecho, el modelo de gestión de riesgos empleado a lo largo del año ha demostrado ser perfecto según los datos históricos, con un nivel de confianza del 100%.

Sin embargo, este resultado no se alinea con la realidad del Valor en Riesgo del portafolio, lo que plantea interrogantes importantes sobre la efectividad del modelo. Como resultado de esta discrepancia, se ha tomado la decisión de cambiar el enfoque por lo que se utilizó el 99% de nivel de confianza y el 1% en el margen de error.

En lugar de la simulación histórica, se ha optado por analizar los datos a través del método de "Duración Modificada". Esta metodología, respaldada por la validación del "backtesting", ha sido mejor aceptada y ha proporcionado una visión más precisa de los riesgos inherentes al portafolio. En particular, se ha destacado la eficacia del "VaR Paramétrico" a través de este método, lo que sugiere una mejora significativa en la evaluación y gestión del riesgo financiero en el futuro.

Procedimiento

Cálculo del VaR paramétrico por simulación Histórica

Para el cálculo se basó en lo que explica Jorion (2006) del VaR paramétrico por simulación Histórica:

- Se seleccionó un conjunto de datos históricos que represente el período de tiempo relevante para este análisis, en concreto desde el primer día hábil de enero del 2021 hasta el último día hábil del año 2021. En conjunto con estos datos, se incluyó los precios de los activos de la cartera.
- Se ordenaron los datos históricos en orden cronológico, desde el más antiguo al más reciente.
- Para el VaR, se estableció el nivel de confianza del 99% para un VaR de 1%.
- El horizonte de tiempo para el VaR del año 2021
- Para calcular los rendimientos diarios de los activos de la cartera se utilizó los datos históricos, es decir, los rendimientos hacen referencia a los cambios porcentuales en los precios de los activos.
- El VaR calculado representa la estimación del riesgo de pérdida máxima que la cartera podría enfrentar en el horizonte de tiempo y al nivel de confianza establecidos. Es importante interpretar estos resultados en el contexto de las limitaciones y suposiciones del enfoque de simulación histórica.

✓ Para el rendimiento se utilizó la siguiente fórmula (Cortes Quintero, 2023):

$$\text{Rendimiento} = (\text{Precio Final} - \text{Precio Inicial}) / \text{Precio Inicial}.$$

La prueba de Backtesting de Kupiec es una herramienta valiosa para validar la precisión de un modelo de VaR paramétrico por duración modificada. Al aplicar esta prueba, los inversores pueden obtener una evaluación objetiva de la precisión del modelo y hacer los ajustes necesarios para garantizar que el modelo proporcione estimaciones precisas de la pérdida potencial en su cartera de inversión.

Entonces se realizó la prueba de Kupiec, siguiendo los pasos que se indican a continuación:

- Definir un nivel de confianza, en este caso se usó el nivel de confianza del 99%.
- Calcular el VaR para cada período de tiempo utilizando el modelo.
- Identificar los períodos en los que se produjeron pérdidas en la cartera.
- Comparar el número de veces que el VaR calculado supera el valor real de las pérdidas con el número esperado de veces según la distribución binomial.
- Utilizar la prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrado para determinar si el modelo de VaR es válido o no.
- ✓ La prueba de Kupiec se puede expresar mediante la siguiente fórmula (Alexander, 2009):

$$X^2 = [(2T \ln(1/1-c)) - (T \ln(b)) - (T \ln(1-b))]^{-1} [(y-a)^2 / a(1-a)]$$

Donde:

- T: El número de observaciones de la prueba de Backtesting.
- c: El nivel de confianza utilizado en el cálculo del VaR.
- b: La proporción de pérdidas que exceden el VaR esperado.
- y: El número de excepciones observadas.
- a: El número esperado de excepciones bajo la hipótesis nula.

Cálculo del VaR paramétrico por duración modificada

En el análisis, siguiendo este proceso para evaluar el valor en riesgo del portafolio de Baincol. Se incluyeron los siguientes pasos clave:

Identificación de la Cartera de Bonos: En primer lugar, se identificó la cartera de bonos que se sometería a análisis. Esta cartera podía incluir una variedad de bonos, como bonos gubernamentales, corporativos y otros tipos de bonos. La composición de la cartera tenía un impacto fundamental en el análisis de riesgos.

Se procedió a estimar la duración modificada de cada bono en la cartera. La duración modificada es un indicador crítico que se calcula mediante fórmulas matemáticas que toman en cuenta factores como el plazo, el cupón y la tasa de interés de cada bono. Esta estimación proporcionó información valiosa sobre cómo los bonos reaccionarían a cambios en las tasas de interés.

Una vez que se hubieron calculado las duraciones modificadas de cada bono en la cartera, se procedió a calcular la duración modificada total de la cartera. Este cálculo se realizó sumando las duraciones modificadas de cada bono, ponderadas por el porcentaje que cada bono representaba en la cartera. La duración modificada de la cartera ofreció una vista global de cómo la cartera respondía a cambios en las tasas de interés.

Nota: Para Fics y acciones se tomó los datos arrojados por simulación histórica ya que por duración modificada no se calcula este tipo de instrumentos financieros.

La evaluación del riesgo continuó con el cálculo del VaR paramétrico utilizando la duración modificada. Este cálculo se basó en herramientas estadísticas, como la desviación estándar y la distribución normal. Se aplicó la fórmula del VaR para estimar la pérdida potencial

de la cartera de bonos en un nivel de confianza específico. El nivel de confianza, 99%, seleccionado de acuerdo con el margen de error del 1%.

Para garantizar la precisión y confiabilidad del modelo de VaR paramétrico por duración modificada, se llevó a cabo un proceso de validación. Este proceso incluyó pruebas de backtesting, que compararon las pérdidas estimadas por el modelo con las pérdidas reales que se habían experimentado en el pasado. La validación fue fundamental para asegurarse de que el modelo era efectivo en la evaluación y gestión de riesgos en la cartera de bonos (Graham y Dodd, 2023).

Este enfoque estructurado y analítico proporcionó una base sólida para comprender y gestionar el riesgo en la cartera de bonos, lo que resultó en decisiones financieras más informadas y estratégicas.

La duración modificada de un bono

La duración modificada de un bono se puede calcular utilizando la siguiente fórmula acorde con Moscote Flórez (2013):

- $D_{mod} = D / (1 + r/n)$
- Donde:
- D: La duración del bono.
- r: La tasa de interés.
- n: El número de pagos de cupón al año.

El VaR paramétrico por duración modificada

El VaR paramétrico por duración modificada se puede calcular utilizando la siguiente fórmula, acorde con Salinas Ávila (2009):

$$VaR = P * V * D * \sigma$$

Donde:

- P: El valor de la cartera de bonos.
- V: El valor de la posición.
- D: La duración modificada de la cartera.
- Sigma: La desviación estándar de los cambios diarios en los precios de los bonos.

Desviación estándar

Para encontrar la desviación estándar se utiliza la siguiente fórmula, acorde con Cabedo Semper y Moya Clemente (2000):

$$\text{Sigma} = \sqrt{\text{sum} ((R_i - R_{\text{avg}})^2) / (n - 1)}$$

Donde:

- R_i : El cambio diario en el precio del bono i .
- R_{avg} : El cambio diario promedio en el precio de los bonos.
- n : El número de observaciones.

Realizados estos pasos para duración modificada se procedió a usar la prueba kupiec antes mencionada para la validación de este método de cálculo del VaR.

Resultados Obtenidos

Objetivo 1

Revisión histórica sobre el modelo Backtesting, su origen y su importancia en el mundo empresarial para comprender su papel en la gestión de riesgos financieros.

El riesgo económico es un concepto importante en la economía que ha desempeñado un papel crucial a lo largo de la historia por lo que las organizaciones han adoptado enfoques para identificar, medir y mitigar riesgos. La diversificación de cartera, la retención de capital, los seguros y la cobertura son estrategias comunes. Desde tiempos antiguos hasta la era moderna, las sociedades humanas han enfrentado una serie de desafíos relacionados con la incertidumbre en el ámbito económico. Analizando la evolución de esta noción a lo largo del tiempo y su impacto en el desarrollo económico nos encontramos con las antiguas civilizaciones, donde el riesgo económico estaba estrechamente ligado a factores naturales y climáticos, es decir, la agricultura, como base de la subsistencia, estaba expuesta a los caprichos de las sequías, inundaciones y pestes por lo que las comunidades desarrollaron estrategias para mitigar estos riesgos a través de la diversificación de cultivos, sistemas de almacenamiento y la cooperación entre agricultores.

Con el surgimiento del comercio y la globalización en la Edad Media, surgió un nuevo conjunto de riesgos económicos. Las caravanas comerciales se enfrentaban a riesgos de robo, piratería y fluctuaciones en los precios de los productos. Esto llevó al desarrollo de contratos y acuerdos comerciales que compartían los riesgos entre múltiples partes, lo que allanó el camino para el nacimiento de las primeras formas de seguros y derivados financieros. La Revolución Industrial introdujo cambios radicales en la economía, lo que trajo consigo nuevos riesgos y oportunidades. El rápido avance tecnológico y la urbanización generaron riesgos

laborales y sociales, pero también impulsaron el crecimiento económico. Las crisis financieras, como el colapso de la Bolsa de Valores de Wall Street en 1929 como lo menciona, resaltaron la necesidad de regulaciones y políticas gubernamentales para gestionar los riesgos sistémicos.

Actualmente, la globalización, la interconexión financiera y los avances tecnológicos han provocado riesgos económicos más complejos. Un ejemplo histórico es la crisis de la Compañía de las Indias Orientales en el siglo XVIII. La sobre extensión de la empresa y la especulación llevaron a una caída dramática en el valor de las acciones, afectando a inversores y provocando reformas regulatorias. En tiempos modernos, Malkiel (2016) explica la quiebra de Lehman Brothers en 2008 y la crisis de las hipotecas Sub-prime, que destacan la importancia de evaluar y gestionar adecuadamente los riesgos crediticios y sistémicos, esto reveló la interdependencia de los mercados globales y la importancia de una gestión de riesgos adecuada en las instituciones financieras. La ciberseguridad, el cambio climático y la volatilidad de los mercados son algunos de los riesgos actuales que requieren una comprensión profunda y estrategias de mitigación efectivas.

El modelo VaR es una herramienta esencial para cuantificar el riesgo financiero. Calcula la pérdida máxima probable en un horizonte de tiempo específico y a un nivel de confianza determinado. Por ejemplo, un VaR del 95% a 1 día implica que hay un 5% de probabilidad de que las pérdidas excedan el valor calculado en un solo día.

Origen del Modelo Backtesting

El modelo backtesting tiene sus raíces en la necesidad de evaluar la efectividad y precisión de los modelos de riesgo utilizados en las instituciones financieras. A medida que los mercados financieros se volvieron más complejos y sofisticados, surgió la necesidad de desarrollar herramientas que pudieran estimar y cuantificar el riesgo de manera confiable. La creciente adopción del Value at Risk (VaR), que estima la pérdida máxima probable en un horizonte de tiempo específico, condujo a la búsqueda de una forma de evaluar la precisión de estas estimaciones.

El origen más reconocido del modelo backtesting se encuentra en la crisis financiera de 1998, conocida como la "Crisis de los Tigres Asiáticos", fue un evento económico y financiero de gran magnitud que afectó a varios países de Asia y tuvo repercusiones en los mercados globales. Esta crisis tuvo un impacto significativo en la percepción y la gestión del riesgo financiero en todo el mundo.

A fines de la década de 1990, varios países de Asia experimentaban un rápido crecimiento económico y una inversión extranjera considerable. Los llamados "Tigres Asiáticos" (Corea del Sur, Tailandia, Indonesia, Malasia y Filipinas) eran considerados ejemplos de desarrollo económico exitoso en la región.

Sin embargo, esta aparente bonanza estaba acompañada de importantes vulnerabilidades. Muchos de estos países habían acumulado una gran cantidad de deuda externa, gran parte denominada en monedas extranjeras, lo que los hacía susceptibles a cambios en los tipos de cambio. Además, la inversión en sectores especulativos y la falta de una regulación financiera adecuada crearon un entorno propicio para la especulación y el endeudamiento excesivo.

La crisis se desencadenó en 1997 con la devaluación del baht tailandés. Esta devaluación hizo que los inversores extranjeros perdieran confianza en la estabilidad de los mercados asiáticos y comenzaron a retirar sus inversiones, lo que llevó a una fuga de capitales en varios países de la región. La moneda tailandesa continuó depreciándose y se propagaron los efectos a otros países vecinos.

En Indonesia, Malasia, Filipinas y Corea del Sur, se vivieron crisis similares con devaluaciones de moneda, caídas en el valor de las acciones y problemas en el sector financiero. Las tasas de interés se dispararon y las empresas que habían tomado préstamos en moneda extranjera tuvieron dificultades para pagar sus deudas.

La crisis de Asia tuvo un impacto global debido a la creciente interconexión de los mercados financieros. Las instituciones financieras internacionales tenían exposición a los mercados asiáticos y sufrieron pérdidas sustanciales. La crisis también afectó los precios de las materias primas y el comercio internacional. Rusia también se vio afectada, y en agosto de 1998, Rusia declaró un incumplimiento de pago de su deuda, lo que exacerbó aún más la inestabilidad financiera global.

Durante ese período, varios fondos de cobertura sufrieron pérdidas significativas que superaron las estimaciones de riesgo proporcionadas por los modelos de VaR. Esto reveló una brecha crítica entre las predicciones teóricas de los modelos y la realidad de los mercados en condiciones extremas.

Las pérdidas inesperadas en 1998 llevaron a la industria financiera y a los reguladores a cuestionar la confiabilidad de los modelos de riesgo. Como respuesta, se reconoció la necesidad de una herramienta que permitiera a las instituciones evaluar y ajustar los modelos existentes para reflejar con mayor precisión las condiciones del mercado.

El modelo backtesting dice Cortes Quintero (2023), que se desarrolló como un enfoque para comparar las predicciones del modelo de VaR con los resultados reales observados. La idea principal era verificar si el VaR estimado se ajustaba a lo que realmente sucedía en el mercado. Esto permitiría identificar problemas y deficiencias en los modelos de riesgo y ajustarlos en consecuencia.

Con el tiempo, los reguladores y las instituciones financieras comenzaron a integrar el backtesting como una práctica estándar en sus procesos de gestión de riesgos. Los métodos de backtesting variaron, desde el simple backtesting binomial hasta enfoques más avanzados que consideraban factores como la volatilidad y la correlación.

Hoy en día, el backtesting se ha convertido en una parte esencial de la gestión del riesgo financiero. Permite una evaluación continua de la efectividad de los modelos de riesgo y proporciona una mayor confianza en las estimaciones de VaR. Además, el backtesting contribuye a un mejor entendimiento de las limitaciones de los modelos y a una toma de decisiones más informada y prudente.

El backtesting es una técnica que se utiliza para evaluar la eficacia de un modelo, estrategia o sistema de inversión mediante la simulación de su rendimiento en datos históricos. Las razones por las cuales el backtesting es fundamental en todas las empresas son la evaluación de estrategias de inversión en el ámbito financiero, dado que en las empresas suelen utilizar el backtesting para evaluar estrategias de inversión.

Permite probar cómo habrían funcionado estas estrategias en el pasado, lo que brinda una visión más clara de su potencial de éxito en el futuro.

Respecto en la Gestión de riesgos el backtesting también desempeña un papel crítico en la gestión de riesgos financieros. Permite a las empresas evaluar cómo se habrían comportado sus inversiones en situaciones adversas, lo que ayuda a identificar y mitigar posibles riesgos.

Fundamenta la toma de decisiones informadas a través de la realización de pruebas de backtesting, donde las empresas pueden tomar decisiones de inversión más informadas y basadas en datos concretos. Esto reduce la incertidumbre y aumenta la confianza en las decisiones financieras.

En la optimización de estrategias, porque el backtesting permite a las empresas ajustar sus estrategias de inversión. Identificar áreas de mejora en base a resultados históricos puede conducir a estrategias más efectivas en el futuro.

Para el cumplimiento normativo por lo que, en muchos sectores financieros, las empresas están obligadas por regulaciones a llevar a cabo pruebas de backtesting como parte de sus prácticas de gestión de riesgos. El incumplimiento de estas regulaciones puede tener consecuencias legales y financieras significativas. Los mercados financieros y económicos están en constante evolución.

El backtesting ayuda a las empresas a adaptarse a estos cambios al proporcionar información sobre cómo sus estrategias habrían funcionado en diferentes condiciones del mercado.

Este modelo backtesting es una herramienta de aprendizaje continuo. Las empresas pueden aprender de sus éxitos y fracasos pasados para mejorar constantemente sus enfoques de inversión y gestión de riesgos, dando confianza a los inversores para las empresas que gestionan fondos de inversión o trabajan con inversionistas, el uso del backtesting puede aumentar la confianza de los inversionistas al demostrar que se toma en serio la gestión de riesgos y la toma de decisiones basada en datos reales.

Objetivo 2

Evaluación de la idoneidad del modelo de Backtesting y el VaR paramétrico por duración modificada para la gestión de riesgos financieros en Baincol, identificando sus fortalezas y debilidades en el contexto de la empresa.

El portafolio de inversiones que Baincol monitorea está compuesto por tres bolsillos en los que se pueden encontrar títulos tanto de renta fija como de renta variable. Para detallar la composición del portafolio, podemos encontrar títulos de **renta fija** como Certificados de Depósito a Término (cdt's), certificados de deuda que emiten empresas o gobiernos para financiarse (BONOS), y título de tesorería (TES) son títulos de deuda pública expedidos por el Gobierno nacional y administrados por el Banco de la República; y dentro de la **renta variable** se encuentra inversiones que son aquellas que se destinan a la adquisición de derechos sobre determinados activos, de manera que estos puedan generar en el futuro una potencial ganancia, y acciones que son títulos de propiedad que representan una parte del capital social de la empresa.

Para los activos de renta fija, el VaR se basó en las características específicas como la duración, el cupón y el plazo a vencimiento (Fabozzi, 2005).

El cálculo del VaR de la renta fija se utilizó el método del VaR paramétrico por duración modificada, dado que cuando se realizó el backtesting por simulación histórica, los resultados no fueron los que se esperaban.

Para los activos de renta variable, el VaR se calculó como lo aconseja (Fisher, 2009) utilizando el precio y la volatilidad histórica de las acciones en el portafolio, aplicando el método del VaR por simulación histórica.

El Backtesting.

Describe el concepto de backtesting como una técnica que permite evaluar la precisión de las predicciones de riesgo de una cartera de inversiones comparando las estimaciones de riesgo con los resultados reales observados en el pasado.

VaR Paramétrico por Duración Modificada.

Explica que el VaR paramétrico es una medida de riesgo que utiliza una distribución de probabilidad y que la duración modificada se refiere a la sensibilidad de un activo o cartera de inversión a cambios en las tasas de interés.

La idoneidad del método por simulación Histórica en el portafolio de Baincol:

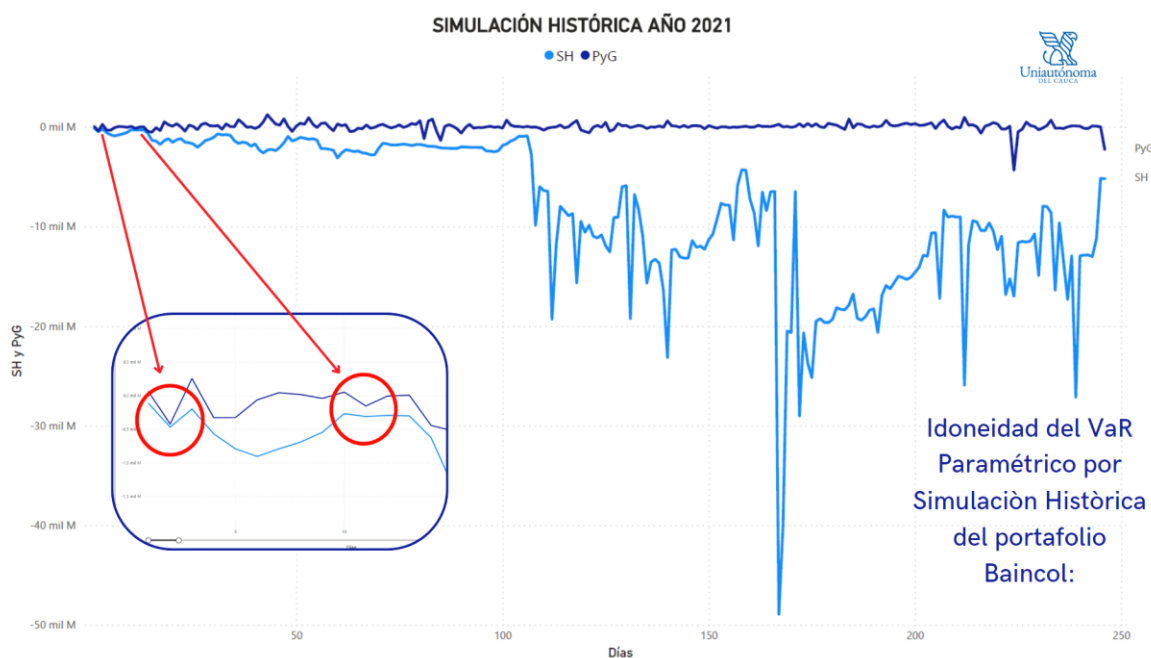
A continuación, la Ilustración 1 desglosa información fundamental del portafolio correspondiente al año 2021. En este análisis, se confronta el Estado de Pérdidas y Ganancias (PyG) con el Valor en Riesgo (VaR) diario de los distintos títulos que conforman dicho portafolio. Teniendo presente que la construcción de estas ilustraciones se realizó con un nivel de confianza del 99% y un margen de error del 99%

En el eje Y se presenta el PyG en comparación con la simulación histórica del VaR para el mismo portafolio, y para el eje x se presenta los días que se tomaron como muestra para el informe. A partir del día 110, la simulación histórica revela una disminución de hasta 40MM, indicando la máxima pérdida esperada. Sin embargo, al examinar los datos, se constata que nuestro portafolio difícilmente podría haber alcanzado ese máximo valor en riesgo proyectado durante ese rango de tiempo.

Al profundizar en el PyG del año 2021, identificamos dos instancias de los datos históricos donde las pérdidas probablemente iban a exceder las advertencias del VaR según el método de simulación histórica, pero no lo hizo. Mientras tanto, la gráfica indica que el VaR por simulación histórica no emitió ni una sola alerta. Este hallazgo sugiere que la precisión de la información que manejamos es cuestionable.

Este escenario nos brinda la oportunidad de someter la información a una validación más precisa mediante otro método. Este enfoque adicional es esencial para afinar la estrategia del portafolio de Bancol durante el año 2021, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informada y la gestión efectiva del riesgo.

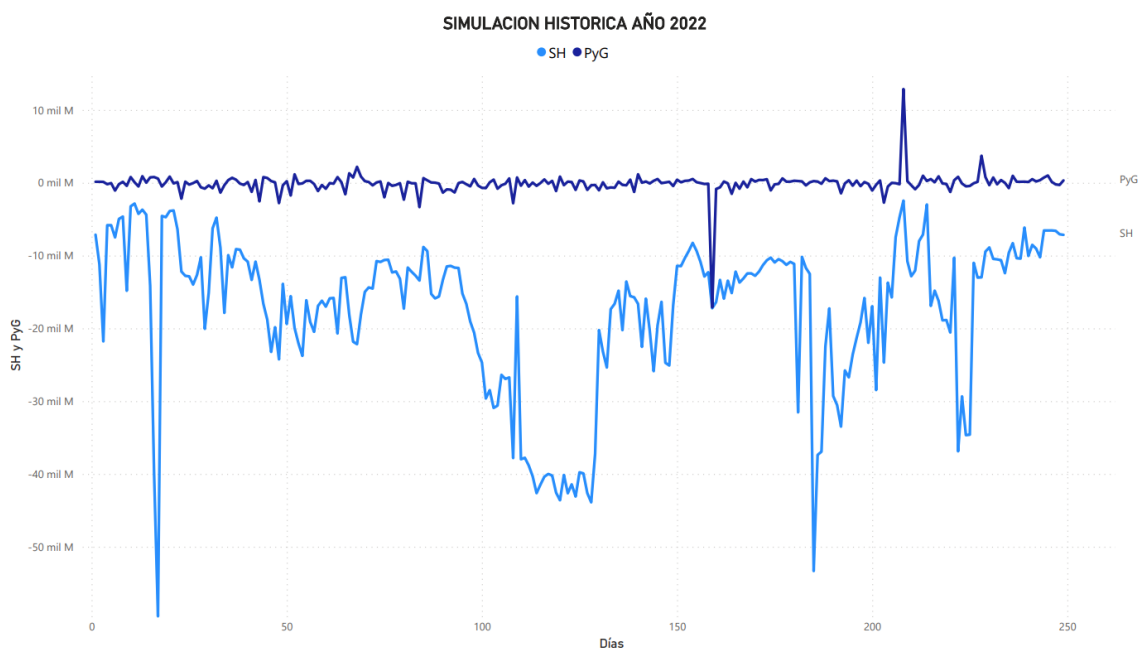
Figura 1.
Simulación Histórica año 2021



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

El modelo de simulación histórica también se aplicó para el año 2022 y durante la fase de validación del backtesting utilizando este método, se llevaron a cabo descubrimientos que resultaron de gran relevancia en el análisis de riesgos en el portafolio de Baincol. Los resultados son capturados visualmente en la ilustración 2, donde la línea azul oscuro del eje X representa el PyG del portafolio, mientras que la línea azul claro en el eje X señala la máxima pérdida esperada calculada por simulación histórica, a parte se muestran los días en los cuales se basó el análisis.

Figura 2.
Simulación histórica año 2022



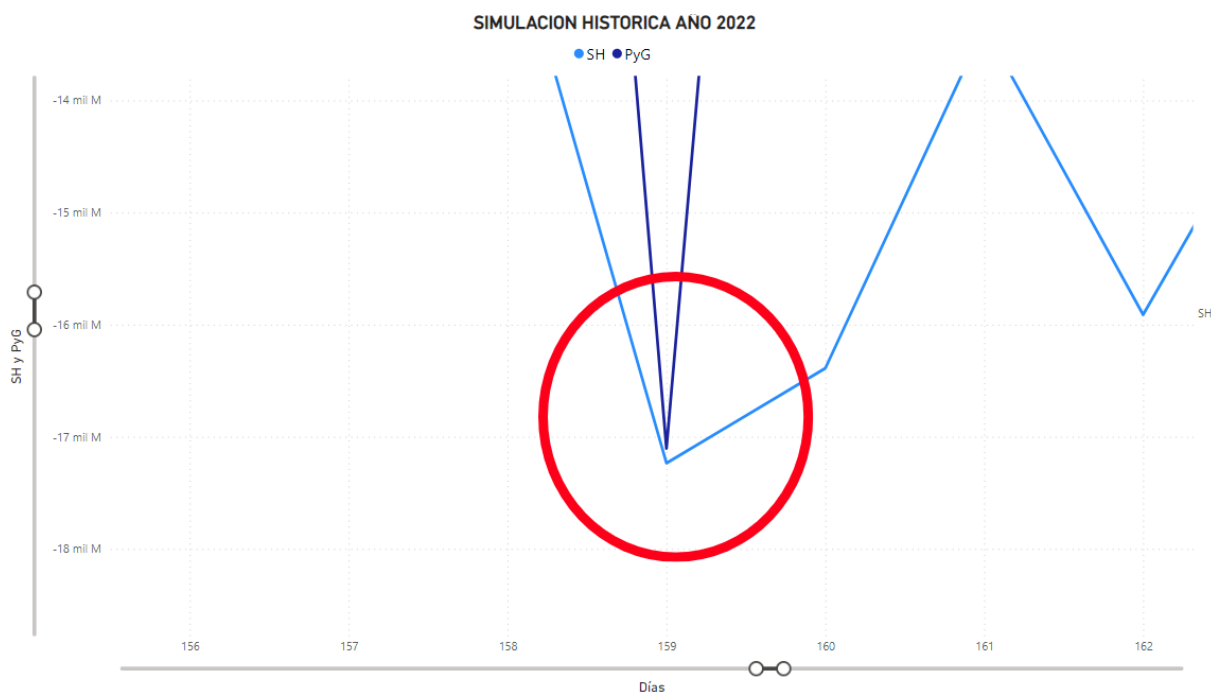
Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

De manera sorprendente, se pudo constatar que en ningún momento durante el período de estudio se generó una pérdida en el portafolio que cruzara la línea del VaR. Esta observación es notable, ya que incluso en el mes de agosto de 2022 que sería el día 159, cuando el PyG estuvo en

proximidad de alcanzar la pérdida esperada máxima, le faltaron aproximadamente 1000M para cruzar ese umbral como se muestra en la ilustración 3 a continuación:

Figura 3.

Toma 1 simulación histórica año 2022



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Es fundamental tener en cuenta que el nivel de confianza seleccionado para este análisis fue excepcionalmente alto, de 249 días, para una probabilidad del VaR de 99%, resultado que el valor máximo de pérdida esperada durante el año 2022 para el portafolio Baincol, fue de del 97,2% con un margen de error de 2,8%, lo que establece que el modelo se adapta al portafolio pero no con el nivel de precisión que se está buscando, dado con lo que la podemos ver en la gráfica, es notable que ni una sola vez alcanzo el máximo nivel de pérdida mientras que en el PyG se presentaron pérdidas durante todo el año según la información presentada pero este método no generó alertas al respecto.

Este hallazgo llevó a la conclusión de que el modelo aplicado con VaR paramétrico mediante simulación histórica estaba subestimando la estimación del riesgo en el portafolio, precisando que el modelo estaba diciendo que había una efectividad del 100% en el modelo, mientras el PyG mostraba otro escenario. Este fue un punto de inflexión en el proceso de gestión de riesgos y generó la necesidad de explorar alternativas en el cálculo del VaR.

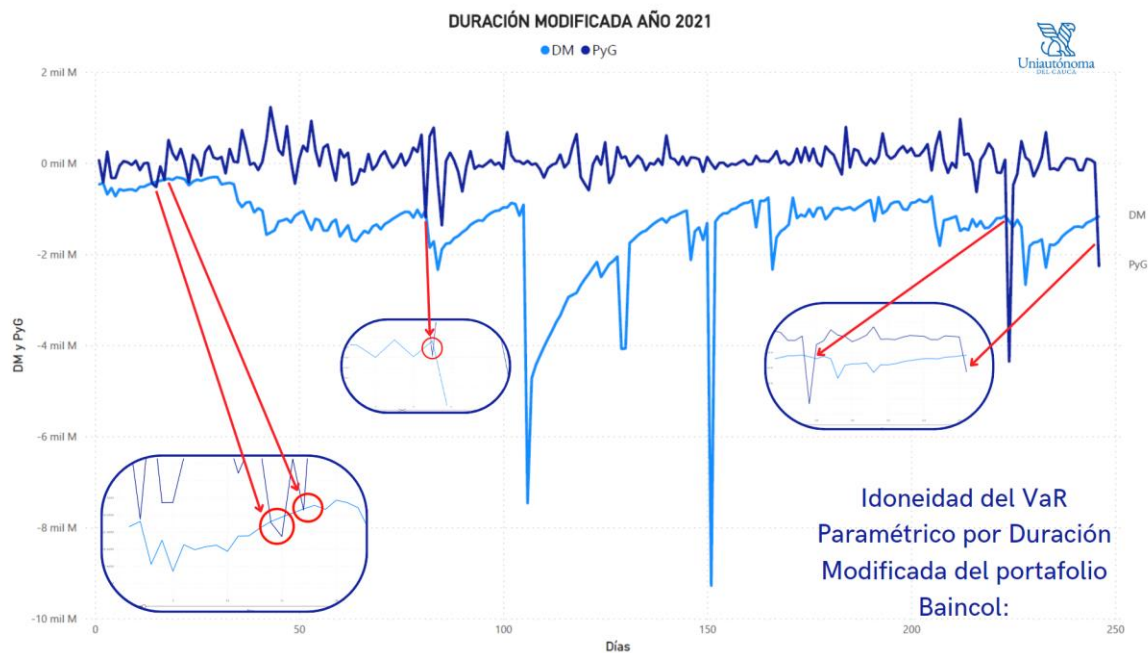
El análisis en profundidad y la validación de los datos proporcionaron la base sólida para considerar un enfoque diferente. La posibilidad de utilizar el método de duración modificada para el cálculo del VaR se presentó como una opción viable y prometedora. Este cambio en el método podría ofrecer una evaluación más precisa del riesgo en el portafolio de Baincol y, en última instancia, respaldar decisiones financieras más informadas y estratégicas en el futuro según la teoría presentada anteriormente.

Idoneidad del VaR Paramétrico por Duración Modificada del portafolio Baincol:

El monitoreo del portafolio de Baincol se lleva a cabo con un nivel de atención detallado, lo que justifica la elección de un nivel de confianza tan alto como lo es el 99%. Esta decisión estratégica se basa en la necesidad de garantizar la máxima precisión y control en la gestión de riesgos.

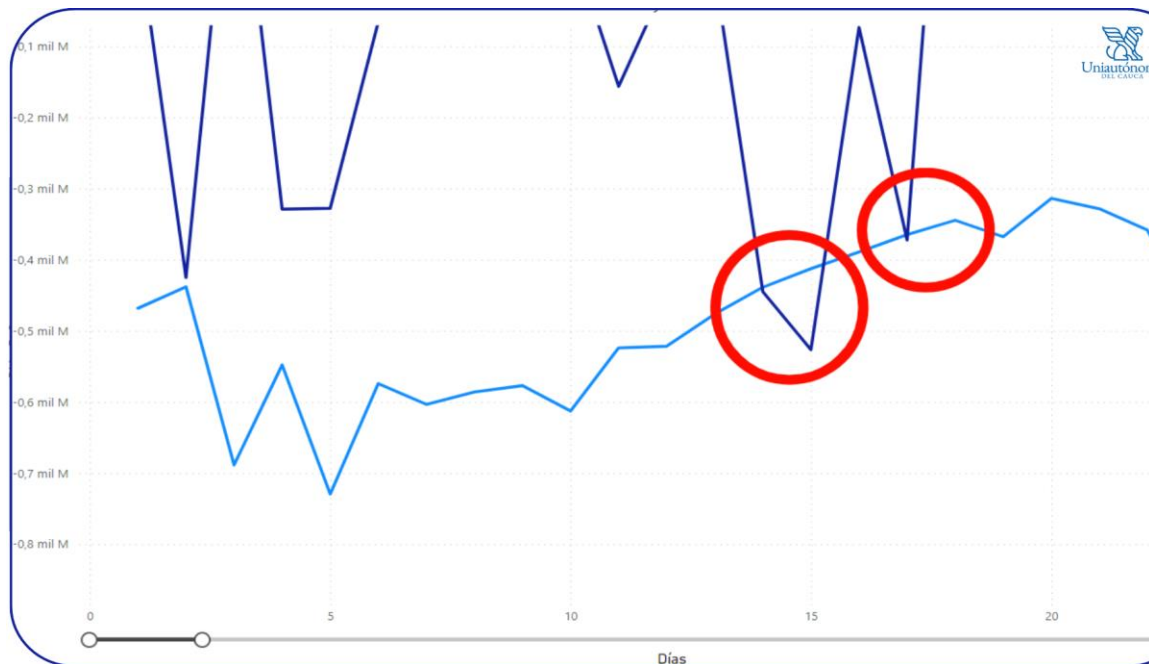
En la ilustración 4, se puede ver la duración modificada comparado con el PyG en el eje frente a los días que se valoraron los títulos del portafolio de Baincol en el año 2021 para el análisis del estudio, esta ilustración nos muestra que frente al PyG la duración modificada generó alerta respecto al máximo valor en riesgo al menos cinco veces, lo que permitió tomar medidas rápidamente dentro del portafolio.

Figura 4.
Duración modificada año 2021

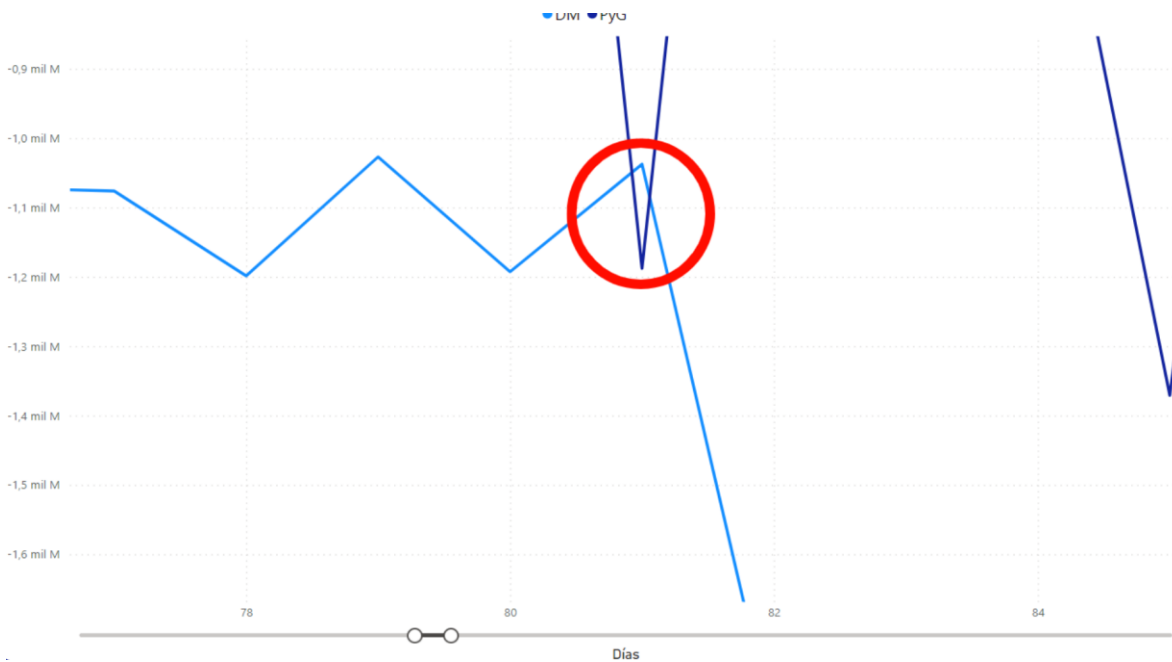


Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

En la ilustración 5 y 6, se puede visualizar tres veces donde se registró en el año 2021 un PyG que alcanzó el máximo valor en riesgo que se podía alcanzar, mostrando un método que se ajusta al portafolio, ya que perfectamente genera una alerta de forma precisa a la necesidad de los títulos que componen el portafolio.

Figura 5.*Toma 1 duración modificada año 2021*

Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

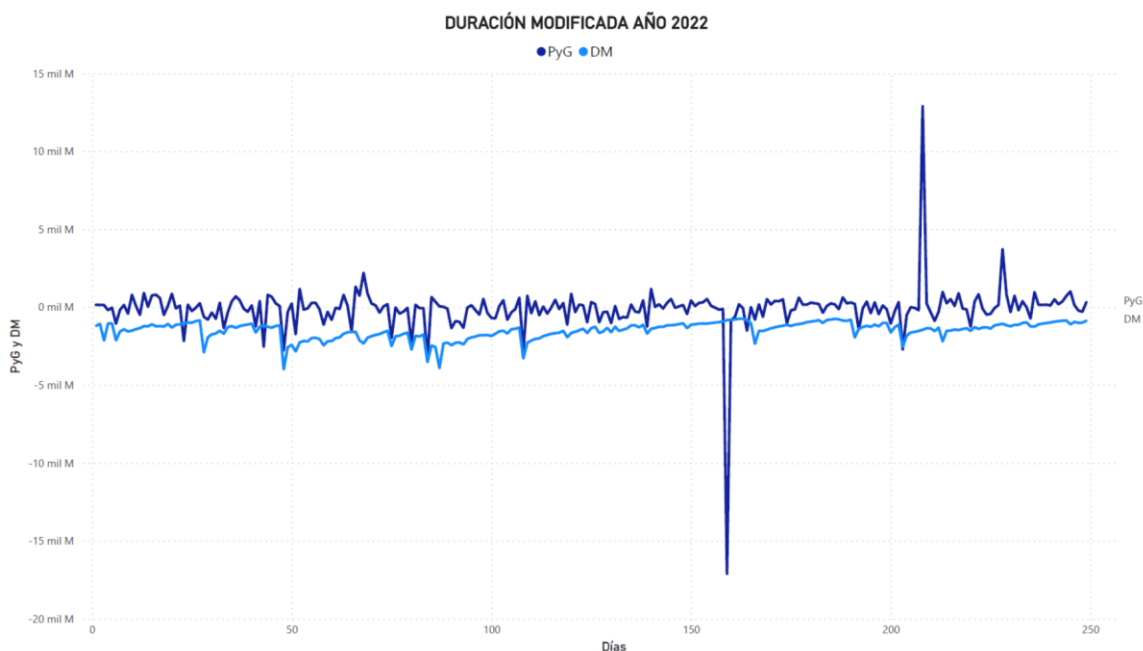
Figura 6.*Toma 2 duración modificada año 2021*

Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

La gráfica de duración modificada del año 2022 representa visualmente el comportamiento del portafolio, arroja datos sumamente interesantes. En particular, se destaca la proximidad del límite al Valor en Riesgo (VaR) del portafolio. Esto indica que, en varias ocasiones, el portafolio superó el límite esperado establecido en el 1% de pérdida esperada, llegando a un 2.8% del valor en riesgo. Este hecho representa un 97.2% del nivel de confianza, tal como lo demuestra el análisis del backtesting aplicado a través del método de VaR paramétrico por duración modificada.

Figura 7.

Duración modificada año 2022



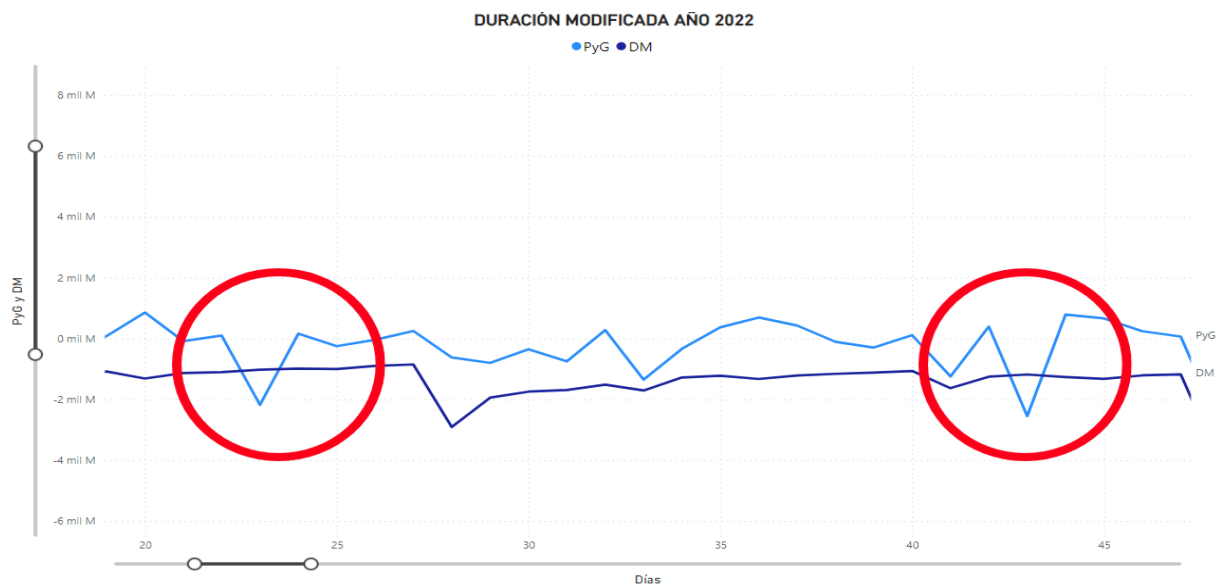
Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Esta observación revela una ventaja crucial de este método. Al mostrar con claridad cómo el portafolio superó el límite de pérdida esperada en múltiples ocasiones, el enfoque de duración modificada brinda una herramienta efectiva para medir y gestionar este tipo de riesgo. Esta herramienta se convierte en un recurso esencial para la toma de decisiones financieras estratégicas, ya que proporciona una evaluación más detallada del riesgo inherente al portafolio, lo que, a su

vez, permite ajustar las estrategias y tomar medidas proactivas para mitigar los riesgos y maximizar los retornos de inversión.

Figura 8.

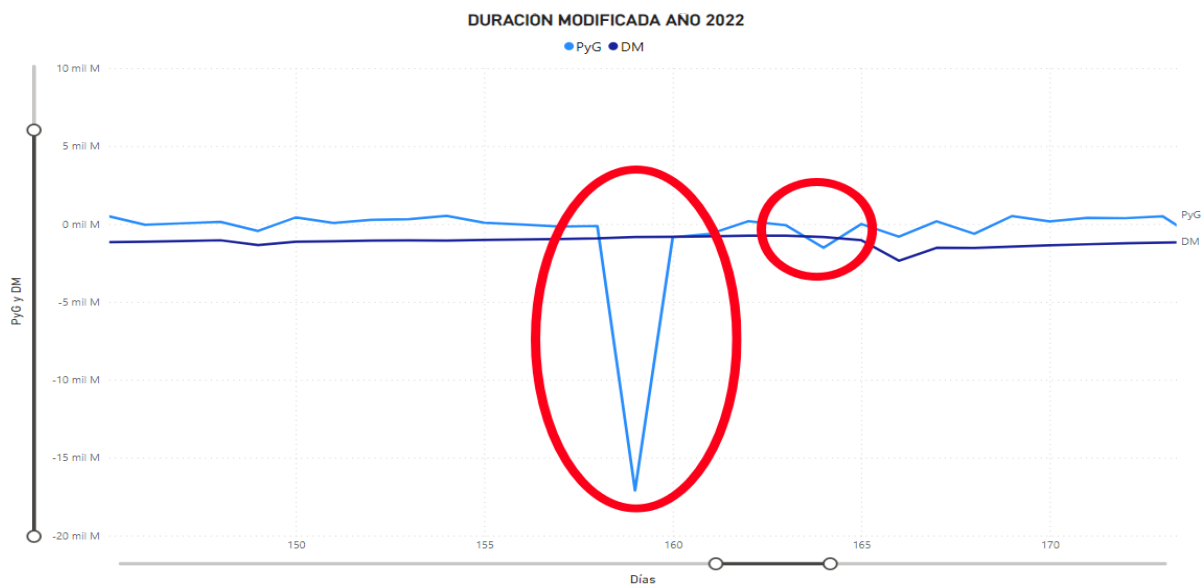
Toma 1 duración modificada año 2022



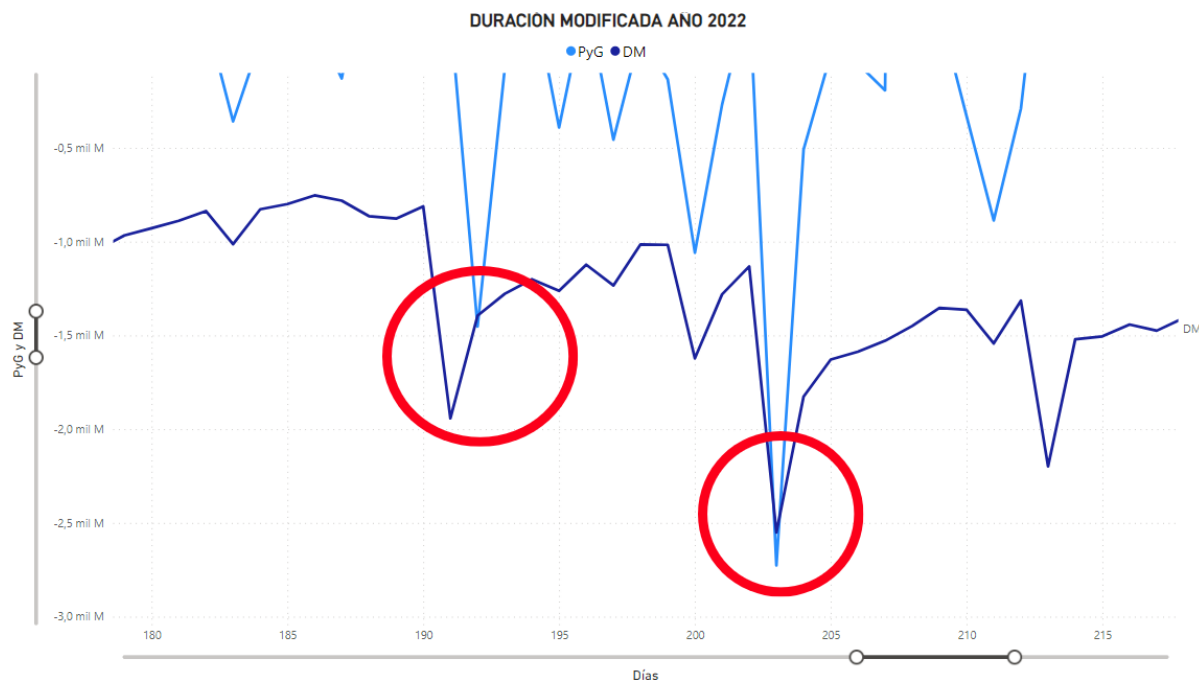
Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Figura 9.

Toma 2 duración modificada año 2022.



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Figura 10.*Toma 3 duración modificada año 2022*

Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Las ilustraciones 8, 9 y 10, nos indican de manera amplia y detallada las veces que el PyG alcanzó el VaR por duración modificada generando alerta los días 23, 43, 159, 192 y 203.

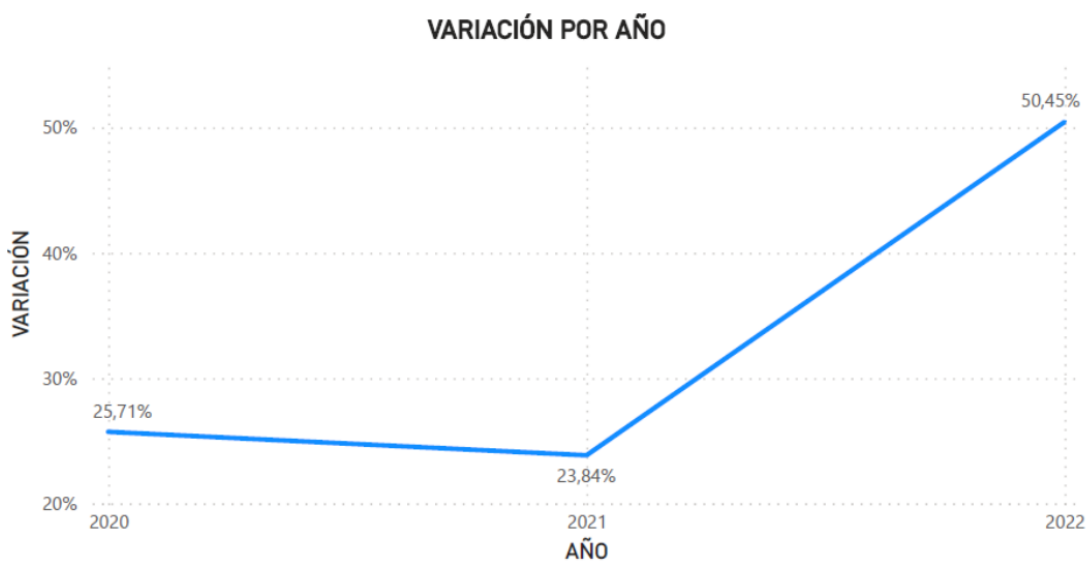
Objetivo 3

Aplicación del modelo de Backtesting para analizar si el nivel de títulos de los portafolios a corto plazo se valorizó en el año 2022 respecto al día anterior, utilizando el VaR paramétrico por duración modificada para medir el riesgo asociado y establecer un nivel de confianza en los resultados obtenidos.

Para complementar este punto, es preciso hablar de la información presentada anteriormente, donde se habla de la cantidad de títulos que contiene el portafolio en el año 2021 y 2022.

Entonces en el año 2021 el portafolio inició con 197 títulos, de los cuales 106 presentaron un histórico de valorización en el portafolio de 25,71%, los cuales su Valor en riesgo fue calculado con el 99% y el 1% de confianza generando los resultados presentados anteriormente. Respecto a la valoración diaria es información confidencial que la empresa no me permitió detallar más, pero para finalizar el año 2021 se calculó una valorización del portafolio de 23,84%, teniendo en cuenta los vencimientos de algunos títulos o la venta de estos.

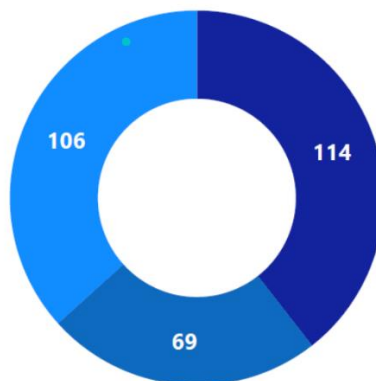
Figura 11.
Variación por año



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

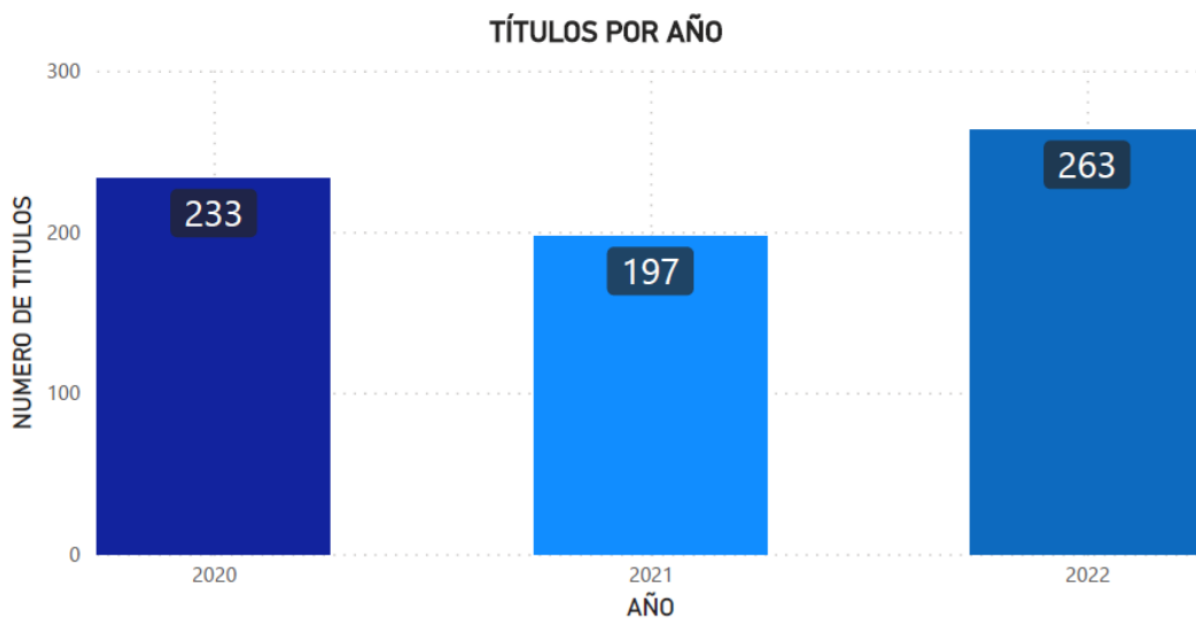
Figura 12.
Comparación de títulos por año

COMPARACIÓN DE TÍTULOS POR AÑO
AÑO COMPARADO ● DE 2021 A 2022 ● DE 2020 A 2022 ● DE 2020 A 2021



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Figura 13.
Títulos por año.



Nota. Figura elaborada con la herramienta Power Bi.

Para el año 2022 había 263 títulos, de los cuales 69 títulos permanecían desde el año 2020 y 114 títulos continuaron desde el año 2021, lo que indica que respecto a la cantidad de títulos adquiridos en el año 2022 fue de 83, teniendo en cuenta que del total de títulos hubo algunos que se vencieron o se negociaron. Esto indica que el nivel de títulos de los portafolios a corto plazo se valorizó en el año 2022 respecto al año anterior (no se presenta información frente al día anterior por temas de confidencialidad) donde se hizo un monitoreo a través del VaR paramétrico por duración modificada y en la aplicación del backtesting a este método se pudo verificar que las alertas generadas para el PyG fueron precisas, lo que permitió tomar medidas que favorecieran el portafolio de la empresa Baincol para ese año.

Conclusiones

Se realizó un backtesting utilizando el VaR correlacionado por títulos, y se observó que en el año 2022 hubo 7 ocasiones en las que las pérdidas registradas fueron mayores en un 2.81% al VaR Correlacionado. Esto significa que, si se calcula el VaR por Duración Modificada, el cálculo estaría correcto y alertaría oportunamente según el apetito de riesgo de la entidad. Para el año 2021, se registraron 2 ocasiones en las que las pérdidas superaron el VaR, con un porcentaje de 0.8%.

Al realizar el backtesting con los títulos vigentes en una fecha y revisar el VaR histórico, se evidenció que esta forma de calcular el VaR a lo largo de 2 años nunca superó la máxima pérdida probable. Si se utiliza un nivel de confianza del 99 %, nunca el 1 % superó las pérdidas con respecto al cálculo del VaR.

Se observó que la metodología por Duración Modificada arrojó diferencias más precisas o ajustadas entre el resultado del VaR y las pérdidas o ganancias del día, por lo que se ha decidido continuar utilizando esta metodología para el cálculo del VaR.

Recomendaciones

Seguir utilizando el método de cálculo del VaR por Duración Modificada, pero se tomar en cuenta la información obtenida a través de la sumatoria correlacionada. Esto permitirá obtener una visión más precisa del riesgo y tomar medidas oportunas si hay eventos adversos en el mercado.

Los Backtesting realizados se pueden continuar haciendo de forma anual, para revisar la efectividad del VaR con respecto a las pérdidas efectivamente presentadas y la idoneidad del VaR utilizado. Así, se podrá evaluar regularmente el desempeño del VaR y, si es necesario, realizar ajustes o mejoras en su implementación. La revisión anual de los resultados obtenidos a través del Backtesting permitirá una gestión de riesgos más efectiva y un mayor control sobre la exposición al riesgo de la entidad.

Referencias Bibliográficas

- Alba Suárez, M. A. (2019). Análisis comparativo de las metodologías de estimación del valor en riesgo del mercado de deuda pública colombiano. *Revista de Economía del Caribe*, 24, 49-94. <https://doi.org/10.14482/ecoca.24.336.861>
- Alexander, C. (2009). *Market Risk Analysis, Value-at-Risk Models* (Vol. 4). John Wiley & Sons.
- Álvarez, V. A., & Rossignolo, A. (2015). Análisis Comparativo De Técnicas (IMA) Para Determinar Capitales Mínimos Regulados Por Basilea, Ante Crisis En Mercados Emergentes. *Orden*, (8), 7-67.
<https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/odeon/article/view/4015>
- Cabedo Semper, J. D., & Moya Clemente, I. (2000). *Valor en Riesgo y recursos propios en las entidades bancarias* (1.ª ed.). Biblioteca de la Universidad Jaume.
https://www.tenda.uji.es/pls/iglu!/GCPPA00.GCPPR0002?lg=ES&id_art=256
- The Circus. (2023, marzo 13). *Riesgo de crédito o crediticio: qué son y cuáles hay*. Santander Consumers. <https://www.santanderconsumer.es/blog/post/riesgo-de-credito-o-crediticio-que-son-y-cuales-hay>
- Cortes Quintero, N. T. (2023). *Backtesting limpio* [Trabajo de grado - pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/50381>
- Fabozzi, F. J. (2005). *Handbook of Fixed Income Securities* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Fisher, P. A. (2009). *Common Stock and Extraordinary Profits*. Deusto.
- Graham, B., & Dodd, D. (2023). *Security Analysis* (6.ª ed.). Deusto.
- Hilpisch, Y. (2015). *Derivatives Analysis with Python: Data Analysis, Models, Simulation, Calibration, and Hedging*. Wiley.
- Hull, J. C. (2018). *Risk Management & Financial Institutions* (5.ª ed.). John Wiley & Sons.
- Jorion, P. (2006). *Valor en Riesgo: El nuevo punto de referencia para la gestión del riesgo financiero* (3.ª ed., Número 3). McGraw-Hill.
- Joshi, M. S. (2008). *The concepts and practice of mathematical finance* (2.ª ed.). Cambridge University Press.

- Lahura, E. (2003). *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*. Documento de trabajo. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46858>
- Laviada, A. F. (2007). *La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación*. Editorial Universidad de Cantabria.
- Malkiel, B. G. (2007). *A Random Walk Through Wall Street: The Time-Tested Strategy for Successful Investing* (9.^a ed.). W. W. Norton & Company
- Martínez Gómez, M., & Marí Benlloch, M. (2010). *La distribución Normal*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/7939>
- Moscote Flórez, O. (2013). *Elementos de estadística en riesgo financiero*. Universidad Santo Tomás.
- Rodríguez-Alveal, F., Díaz-Levicoy, D., & Vásquez, C. (2021). Análisis de las actividades sobre variabilidad estadística en los libros de texto de educación secundaria: Una mirada desde las propuestas internacionales. *Uniciencia*, 35(1), 108-123.
<https://doi.org/10.15359/ru.35-1.7>
- Salinas Ávila, J. J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovar*, 19(34), 187-199. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/21641>
- Williams, E. E., & Dobelman, J. A. (2017). *Quantitative Financial Analysis: The Path to Investment Returns*. WSPC.