



Universidad Internacional de La Rioja

Facultad de Economía y Empresa

Máster Universitario en Gestión de Riesgos Financieros

Bandas de Volatilidad de Riesgo de Mercado en Crisis Financieras y Crisis Empresariales

Trabajo fin de estudio presentado por:	Freddy Bryan Carrasco Fernández
Tipo de trabajo:	Gestión de Riesgos Financieros
Director/a:	Manuel Gumersindo Alberola
Fecha:	20 de setiembre de 2023

Resumen

El propósito del estudio es analizar el comportamiento de la volatilidad de mercado previo a los periodos de crisis financieras más importantes de los últimos treinta años y de empresas de importancia mundial que han caído en crisis en el presente año con el objetivo de crear un indicador estadístico que sirva como apoyo a los indicadores de riesgo vigentes, para ser utilizado como herramienta adicional en la toma de decisiones para las estrategias de mitigación de riesgos. El estudio aborda una revisión de los principales riesgos financieros de mercado y sus indicadores respectivos; beta risk, volatilidad, value at risk, expected shortfall, tracking error y máximo drawdown. El indicador propuesto parte de la proyección de volatilidades utilizando la metodología EWMA, con el supuesto que la distribución de volatilidades históricas tiene un comportamiento normal y con ello es posible crear bandas de volatilidad, lo cual permitirá tener una herramienta adicional que sirve como alerta, para una mejor gestión de riesgos financieros de un portafolio de inversión. La ventaja de que el indicador sea extraído del mercado es la gran cantidad de información que tienen reflejada en su cotización de diaria, lo que permite internalizar cualquier fuente de riesgo de mercado.

Palabras clave:

Indicadores financieros

Crisis Financiera

Riesgo de Mercado

Instituciones Financieras

Volatilidad

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the behavior of market volatility prior to the most significant financial crises of the past thirty years and the globally significant companies that have faced crisis in the current year with the main objective to create a statistical indicator that serves as support to existing risk indicators, to be used as an additional tool in decision-making for risk mitigation strategies. The research reviews the main market financial risks and their respective indicators, such as beta risk, volatility, value at risk, expected shortfall, tracking error, and maximum drawdown. The proposed indicator is based on the projection of volatilities using the EWMA methodology, assuming that the distribution of historical volatilities follows a normal pattern. This allows for the creation of volatility bands, which will serve as an additional alert tool for better financial risk management in an investment portfolio. The advantage of extracting the indicator from the market is the complete information reflected in its daily prices, which allows for the internalization of any source of market risk.

Keywords:

Financial indicators

Financial Crisis

Market Risk

Financial Institutions

Volatility

Índice de contenidos

1.	Introducción	10
1.1.	Planteamiento General	10
1.2.	Objetivo General	10
2.	Marco Teórico y Revisión de la Literatura	12
2.1.	Factores de Riesgo de Mercado.....	12
2.1.1.	Riesgo de Precio de <i>Commodities</i>	12
2.1.2.	Riesgo de Precio de Acciones	13
2.1.3.	Riesgo de Tasas de Interés	14
2.1.4.	Riesgo de Spread Crediticio	15
2.1.5.	Riesgo de Tipo de Cambio	16
2.2.	Crisis Financieras.....	17
2.2.1.	Crisis del Tequila 1994-1995.....	17
2.2.2.	Crisis Financiera Asiática 1997.....	19
2.2.3.	Crisis del Vodka 1998.....	20
2.2.4.	Burbuja de las punto-com 1997-2001	21
2.2.5.	Crisis Financiera Global 2008-2009	22
2.2.6.	Crisis COVID-19 2020	24
2.3.	Casos de Empresas en Crisis 2023	25
2.3.1.	Caso Silvergate Capital Corporation (SICP).....	26
2.3.2.	Caso Silicon Valley Bank (SVB)	27
2.3.3.	Caso Bed Bath & Beyond Inc. (BBBY).....	29
2.3.4.	Caso Cyxtera Technologies, Inc. (CYXT)	30
2.3.5.	Caso Credit Suisse (CSGN)	31
2.3.6.	Caso Lordstown Motors Corp. (RIDE).....	33

2.4.	Indicadores de Riesgo de Mercado.....	34
2.4.1.	Beta Risk (β).....	34
2.4.2.	Volatilidad (σ).....	35
2.4.3.	Value at Risk (VaR).....	36
2.4.4.	Expected Shortfall (CVaR).....	37
2.4.5.	Tracking Error (TE).....	38
2.4.6.	Máximo Drawdown (MDD).....	39
3.	Marco Analítico y Metodología.....	42
3.1.	Creación de Bandas.....	42
3.2.	Metodología de proyección de volatilidad.....	43
3.2.1.	Modelo de cotizaciones históricas.....	43
3.2.2.	Modelo Exponentially Weighted Moving Average (EWMA).....	44
3.2.3.	Modelo GARCH.....	44
3.2.4.	Metodología de proyección elegida.....	44
3.2.5.	Metodología ex post vs ex ante.....	46
3.3.	Metodología de bandas de volatilidad.....	47
4.	Análisis de Resultados.....	50
5.	Conclusiones de la Investigación.....	62
6.	Limitaciones y Prospectiva.....	63
7.	Referencias Bibliográficas.....	64

Índice de figuras

Figura 1. Factores de Riesgos de Mercado	12
Figura 2. Precio del petróleo de EE.UU.	13
Figura 3. Riesgo total por número de activos.....	14
Figura 4. Relación precio y tasa de interés.....	15
Figura 5. Componentes de spreads de tasa de interés	16
Figura 6. Crisis Financieras Globales de los últimos 30 años.....	17
Figura 7. Retornos mensuales del índice de la bolsa mexicana (MEXBOL).....	18
Figura 8. Retornos mensuales del índice de la bolsa tailandesa (SET)	20
Figura 9. Retornos mensuales del índice de la bolsa rusa (RTSI\$)	21
Figura 10. Retornos mensuales del índice de la bolsa americana (NASDAQ).....	22
Figura 11. Retornos mensuales del índice de la bolsa americana (S&P 500).....	23
Figura 12. Impacto del COVID-19 en el DJIA.....	25
Figura 13. Principales empresas en crisis en el 2023	26
Figura 14. Precio de la acción Silvergate Capital Corporation 2023	27
Figura 15. Precio de la acción Silicon Valley Bank 2023	29
Figura 16. Precio de la acción Bed Bath & Beyond Inc. 2023	30
Figura 17. Precio de la acción Cyxtera Technologies, Inc. 2023.....	31
Figura 18. Precio de la acción Credit Suisse 2023	32
Figura 19. Precio de la acción Lordstown Motors Corp. 2023	33
Figura 20. Cálculo del Beta Risk.....	34
Figura 21. Línea característica β	35
Figura 22.: Cálculo de la Volatilidad	35
Figura 23. CBOE Volatility Index (1990-2023)	36
Figura 24. Cálculo del VaR	37

Figura 25. VaR con nivel de confianza del 95%	37
Figura 26. Comparación entre el VaR y CVaR.....	38
Figura 27. VaR con nivel de confianza del 95%	38
Figura 28. Cálculo del alfa.....	39
Figura 29. Cálculo del Tracking Error.....	39
Figura 30. Cálculo del Máximo Drawdown.....	39
Figura 31. Máximo Drawdown	40
Figura 32. Volatilidad histórica simulada	42
Figura 33. Bandas de volatilidad.....	43
Figura 34. Cálculo de volatilidad – cotizaciones históricas.....	43
Figura 35. Cálculo de volatilidad – modelo EWMA	44
Figura 36. Cálculo de volatilidad – modelo GARCH	44
Figura 37. Volatilidad EWMA ajustado por diferentes λ para S&P 500 y NASDAQ	45
Figura 38. Volatilidad histórica ex post vs. ex ante SVB	46
Figura 39. Volatilidad histórica ex post vs. ex ante Credit Suisse	47
Figura 40. Cálculo de los retornos	47
Figura 41. Cálculo de la volatilidad.....	48
Figura 42. Cálculo de la volatilidad EWMA.....	48
Figura 43. Cálculo de las bandas de volatilidad.....	49
Figura 44. Bandas de volatilidad aplicadas a S&P 500	50
Figura 45. Bandas de volatilidad aplicadas a RTSI\$.....	51
Figura 46. Bandas de volatilidad aplicadas a SET	52
Figura 47. Bandas de volatilidad aplicadas a Silvergate Capital Corporation (SICP).....	53
Figura 48. Bandas de volatilidad aplicadas a Silicon Valley Bank (SVB)	54
Figura 49. Bandas de volatilidad aplicadas a Bed Bath & Beyond Inc. (BBBY)	55

Figura 50. Bandas de volatilidad aplicadas a Cyxtera Technologies, Inc. (CYXT)	56
Figura 51. Bandas de volatilidad aplicadas a Credit Suisse (CSGN).....	57
Figura 52. Bandas de volatilidad aplicadas a Lordstown Motors Corp. (RIDE)	58
Figura 53. Bandas de volatilidad aplicadas a McDonald's Corporation (MCD)	59
Figura 54. Bandas de volatilidad aplicadas a The Coca-Cola Company (KO).....	59
Figura 55. Bandas de volatilidad vs VaR del S&P.....	60
Figura 56. Bandas de volatilidad vs VaR del SET.....	61

Índice de tablas

TABLA 1. Valores críticos de las bandas de volatilidad	48
--	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

A lo largo de las últimas décadas el mundo ha sufrido varias crisis financieras que han afectado de forma drástica a diferentes países y sectores económicos. Varias de estas crisis han sido producto de deficientes controles de riesgos financieros, afectando de forma sistemática y generando un contagio a nivel mundial por un efecto en cadena y una mayor globalización.

La última crisis financiera del 2008 fue generada por un problema de riesgo de crédito e incumplimiento de pagos por falta de liquidez, lo que trajo consigo la quiebra de uno de los bancos más grandes de Estados Unidos, Lehman Brothers, pese que se han aumentado las restricciones en las regulaciones de Basilea en el presente año otro banco americano de importancia ha quebrado, Silicon Valley Bank (SVB), banco que tenía en sus hojas de balance activos muy seguros como los *Treasuries*, debido a la coyuntura actual de subidas de tasas de interés para combatir la inflación mundial, los activos sufrieron una gran devaluación en su valorización, por lo que no fueron suficientes para cubrir la demanda de dinero de los deudores.

El riesgo que originó esta quiebra fue el riesgo de mercado, por lo cual es necesario profundizar el estudio en el comportamiento de indicadores generados con información del mismo mercado y así poder presentar un indicador adicional para tener una mejor monitoreo de riesgos financieros.

Entre los indicadores de riesgo de mercado con mayor importancia se encuentra la volatilidad de los principales factores de riesgo en las diferentes economías. Al revisar el comportamiento de la volatilidad previo a las crisis financieras podremos contar con una herramienta adicional que nos ayudará a tomar acción en el manejo de riesgos de un portafolio de inversión.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Las gerencias de riesgos financieros son las encargadas de darle seguimiento a las inversiones a través de los factores de riesgo de sus portafolios. La gran mayoría de las gerencias de riesgos cuentan con límites de inversión que están ligadas a rating crediticios de las clasificadoras de riesgo, sin embargo, estos ratings se actualizan con poca frecuencia lo que no provee información suficiente para una rápida acción ante cualquier evento de magnitud.

Lo que se plantea en el presente documento es contar con un indicador diario de mercado adicional que permita introducir la información de mercado a través de volatilidades diarias adelantadas para una mejor gestión del riesgo financiero.

Las volatilidades son indicadores diarios de libre disponibilidad que capturan la información a través de los retornos de los activos, por lo que es necesario profundizar su uso en la medición de riesgo de mercado. El indicador planteado: Las “bandas de volatilidad” permiten parametrizar la volatilidad marcando niveles de referencia, lo que facilita la identificación del nivel de riesgo actual del activo analizado. Este nuevo indicador será evaluado en índices bursátiles ligados a las principales crisis financieras y en empresas que han entrado en crisis el 2023, se evaluará su aporte como uso de una herramienta adicional en el monitoreo de los riesgos financieros.

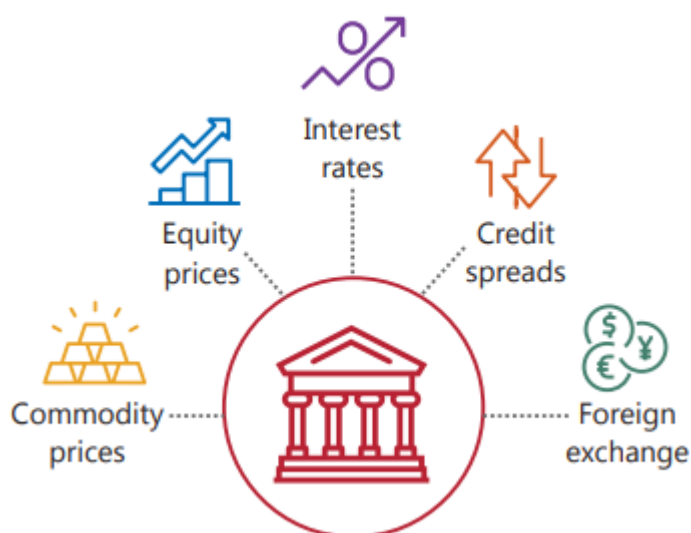
2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Es importante identificar los factores de riesgo de mercado que se encuentran involucrados en cada una de las crisis financieras para entender la fuente de la volatilidad de análisis. Un análisis detallado de cada crisis financiera a nivel global y empresarial nos ayudará a entender como los eventos se llegaron a desencadenar generando grandes pérdidas. Así como los indicadores de riesgo que son utilizados en el monitoreo de riesgo con el objetivo de evaluar su utilidad complementaria ante el indicador planteado.

2.1. FACTORES DE RIESGO DE MERCADO

El objetivo del manejo del riesgo de mercado es la gestión de las pérdidas potenciales que se puedan producir en un instrumento o una cartera como consecuencia de los factores de riesgos. Entre los factores de riesgos que afectan el riesgo de mercado se encuentran los precios de *commodities*, precios de acciones, tasas de interés, spreads crediticios y tipo de cambio.

Figura 1. Factores de Riesgos de Mercado



Fuente: Bank for International Settlement (BIS)

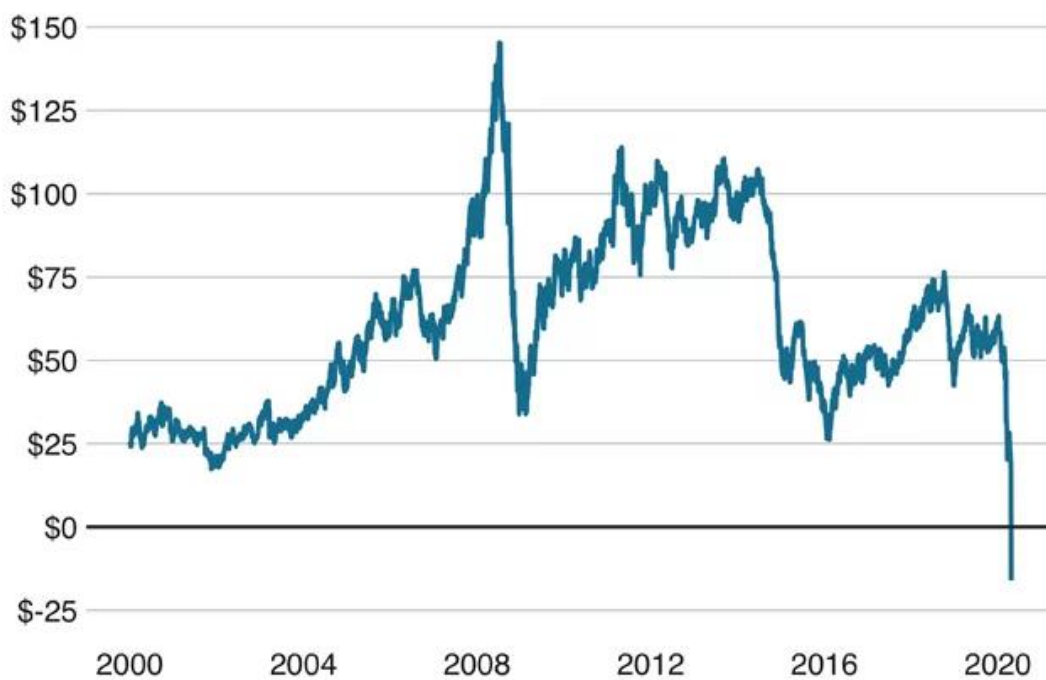
2.1.1. Riesgo de Precio de *Commodities*

Hace referencia a la variación o volatilidad de los precios de los *commodities* (por ejemplo: metales preciosos, metales básicos, productos agrícolas, entre otros) debido a la concentración de oferta que tienen pocos participantes. La falta de liquidez comercial tiende

a aumentar la volatilidad en comparación a las acciones, lo cual tiende a producir discontinuidades de precios saltando repentinamente de precio.

La producción y el consumo de metales a nivel global están considerablemente más concentrados geográficamente que la producción de petróleo. China, en particular, es el mayor consumidor y productor individual de todos los metales base refinados. Representa aproximadamente el 50 por ciento del consumo global de metales, mientras que consume solo el 15 por ciento de la producción global de petróleo crudo (Baffes and Nagle, 2022).

Figura 2. Precio del petróleo de EE.UU.



Fuente: BBC News

En la Figura 2 se visualiza el precio del petróleo, este precio ha tenido varias fluctuaciones fuertes en las últimas décadas, hasta valores negativos en 2020, vemos que es importante hacer seguimiento al precio de los *commodities*, sobre todo si los flujos de la economía de un país o una empresa dependen fuertemente, debido a que pueden generar crisis económicas o bancarrotas en las empresas.

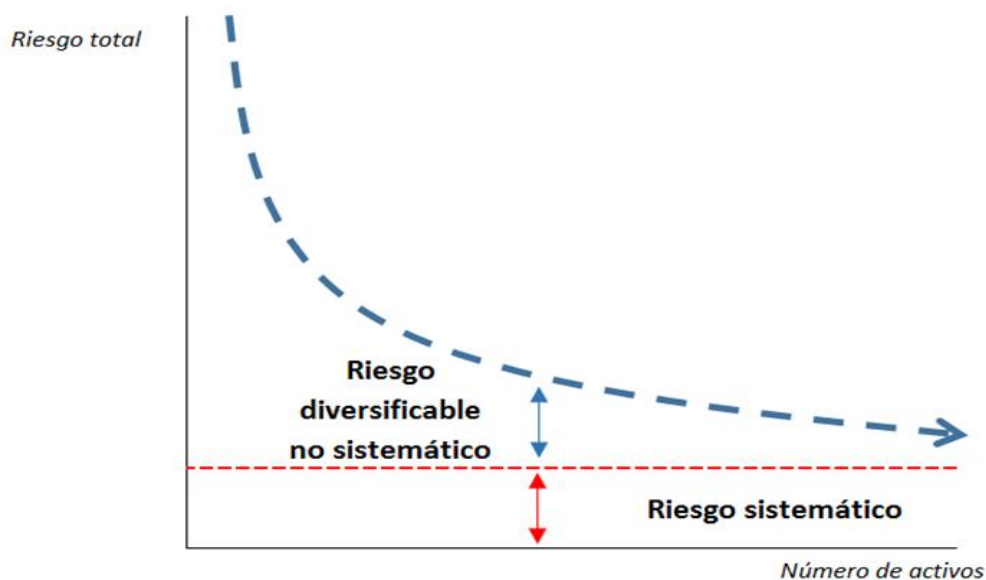
2.1.2. Riesgo de Precio de Acciones

El riesgo de precio de acciones hace referencia a la volatilidad de precio de las acciones, estas pueden dividirse en riesgo sistemático (general de mercado) y riesgo no sistemático (individual). El riesgo sistemático es afectado por cambios generales al índice de mercado,

mientras que el no sistemático es afectado por factores únicos de la empresa. Los factores individuales corresponden principalmente a la estabilidad financiera de la empresa.

El riesgo de precio de las acciones es determinado por la oferta y demanda de mercado, las fluctuaciones de cada precio indican el nivel de riesgo de cada activo. El riesgo de precio se puede diversificar al aumentar mayor número de activos en la construcción de la cartera.

Figura 3. Riesgo total por número de activos



Fuente: Sharpe, 1964

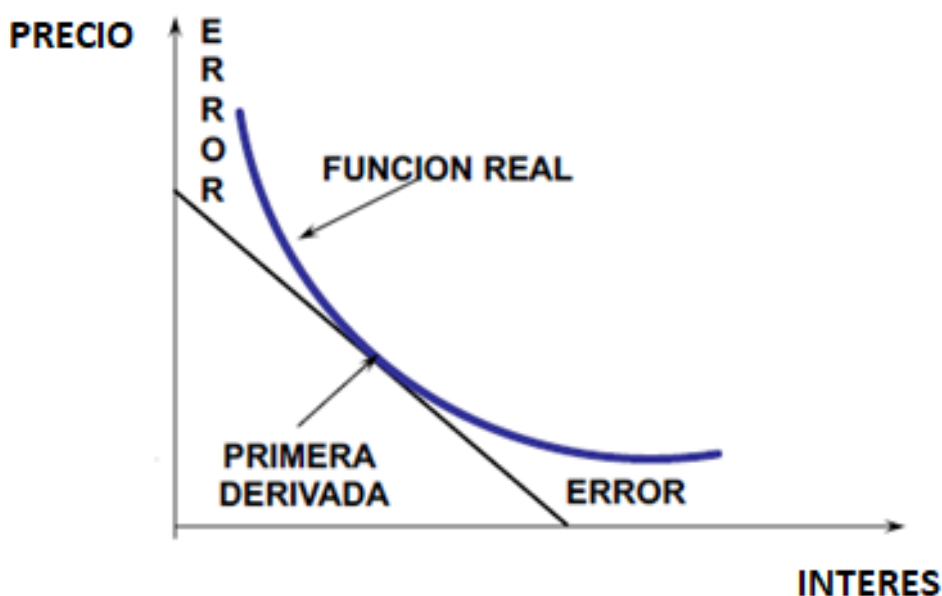
En la figura 3 se observa como las correlaciones entre los activos permiten disminuir el riesgo sistemático con una mayor cantidad de activos. Componer un portafolio con una diversidad de activos de diferentes sectores proporcionan menores riesgos por las menores correlaciones entre los sectores. El límite de riesgo total mínimo será el riesgo no diversificable (sistemático).

2.1.3. Riesgo de Tasas de Interés

Es el principal factor de riesgo que afecta a los instrumentos de renta fija en su valorización, las variaciones de las tasas de interés tienen un efecto inverso en el precio de los instrumentos de renta fija, una mayor tasa tendrá un efecto negativo en el valor del instrumento. Es importante resaltar que, para un mejor manejo de riesgo de tasa de interés éste sea analizados por tramos, dado que cada tramo de la curva de rendimiento tiene una volatilidad diferente que dependerá de las variables económicas del momento.

Por ejemplo, en el presente año las tasas de corto plazo han tenido una mayor volatilidad debido a las subidas consecutivas de tasas de referencia como parte de la política monetaria como herramienta para combatir la inflación. Una investigación sobre el impacto de las tasas de interés y los tipos de cambio en los rendimientos y la volatilidad de las acciones bancarias encontraron que han sido de especial importancia en los últimos años como consecuencia de cambios en los regímenes de política monetaria, flujos de capital libre, desarrollos financieros y tecnológicos en las comunicaciones y sistemas de comercio (Kasman, Vardar, & Tunç, 2011).

Figura 4. Relación precio y tasa de interés



Fuente: Elaboración Propia

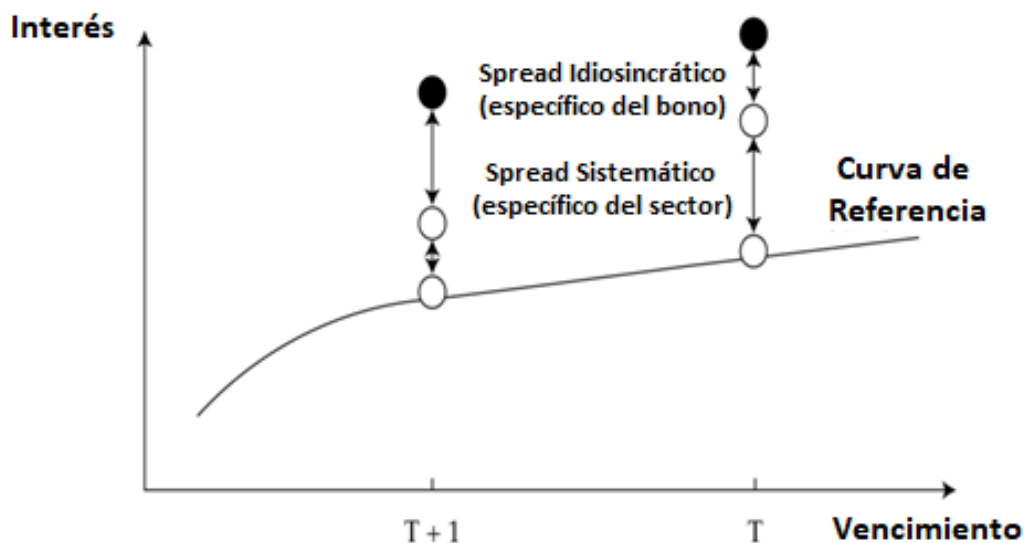
En la Figura 4 se visualiza la relación entre el precio de un instrumento de renta fija y el comportamiento de tasas de interés, reforzando la relación inversa de ambos factores. La primera derivada del precio sobre la tasa de interés es conocida como la duración modificada, indicador lineal que mide la sensibilidad entre la tasa de interés y el precio, esta es complementada por la convexidad (segunda derivada) lo que aumenta la precisión del movimiento de tasa sobre el precio del instrumento.

2.1.4. Riesgo de Spread Crediticio

El spread crediticio es determinado por la oferta y demanda del mercado de renta fija, hace referencia a la volatilidad del interés que se encuentra sobre la curva de gobierno del país de análisis. El comportamiento del spread es afectado por dos factores: el sector y el individual

de la empresa emisora. Un mayor spread es un indicador de un mayor riesgo de la emisión, mientras que un spread menor nos indica un menor riesgo.

Figura 5. Componentes de spreads de tasa de interés



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5, el spread crediticio se mantiene en el tiempo, sin embargo, los spreads internos que lo componen pueden ser diferentes, en este caso el aumento del spread idiosincrático indica una pérdida por el bono específico, que es contrarrestado con la disminución del spread del sector, manteniendo un spread crediticio total neutral. Es importante el análisis de cada componente del spread crediticio para conocer la fuente del riesgo.

2.1.5. Riesgo de Tipo de Cambio

Se refiere a las pérdidas monetarias que surgen debido a posiciones de inversión en una moneda diferente a la moneda base de valorización de la cartera. El riesgo cambiario resulta de correlaciones imperfectas en los movimientos de los precios de divisas, así como las variaciones de tasa de interés internacionales.

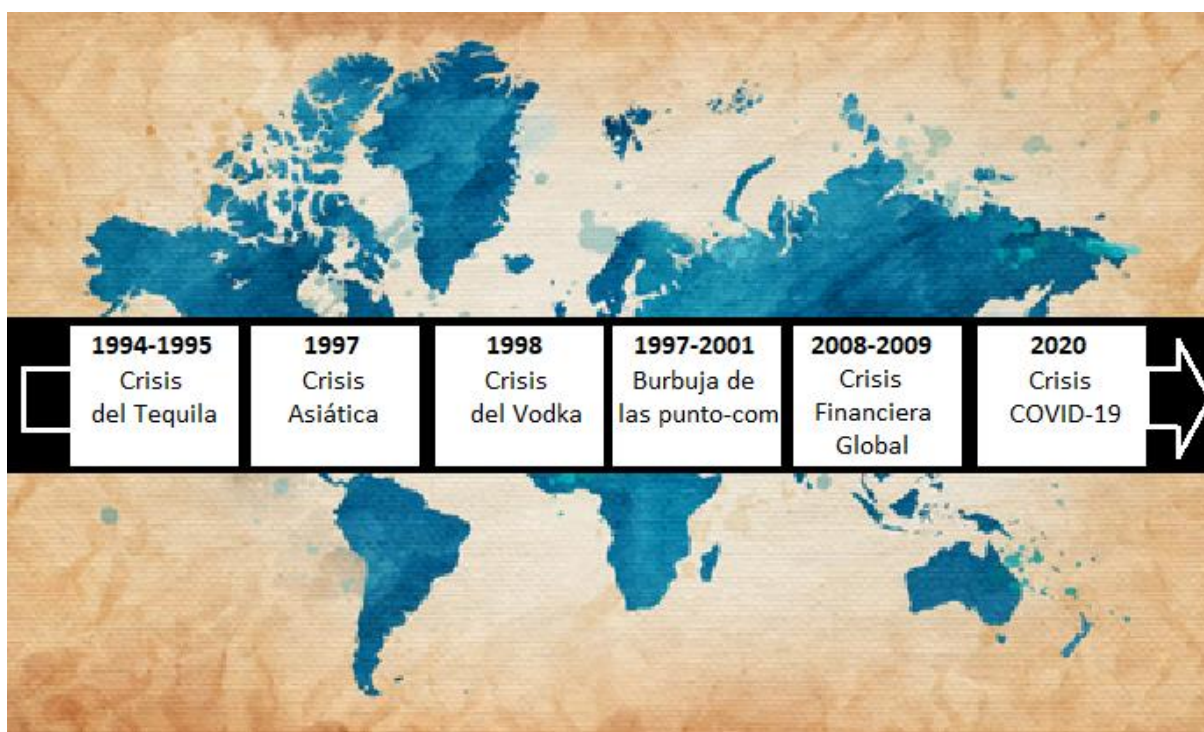
La volatilidad de los tipos de cambio afecta negativamente a los rendimientos de las acciones estadounidenses, ya que la disponibilidad de instrumentos de cobertura no puede reducir el efecto negativo de la volatilidad de los tipos de cambio en el volumen comercial (Sekmen, 2011).

Todos estos riesgos de mercado mencionados son capturados a través de medidas de riesgos, que analizan el comportamiento de cada uno de los factores de riesgo, lo cual permite mejorar el control de la gestión de riesgos financieros.

2.2. CRISIS FINANCIERAS

Las crisis financieras se han hecho más frecuentes en las últimas décadas, por lo que es importante ampliar las herramientas de análisis para evitar pérdidas cuantiosas en el manejo de las inversiones. Es importante conocer la historia de cada crisis, así como qué factor de riesgo estuvo involucrado en cada crisis para poder estudiar su comportamiento y cómo puede ser utilizado como herramienta para la gestión de riesgo. Las principales crisis que afectaron los mercados financieros en los últimos 30 años fueron afectadas por los diferentes factores de riesgo mencionados.

Figura 6. Crisis Financieras Globales de los últimos 30 años



Fuente: Elaboración Propia

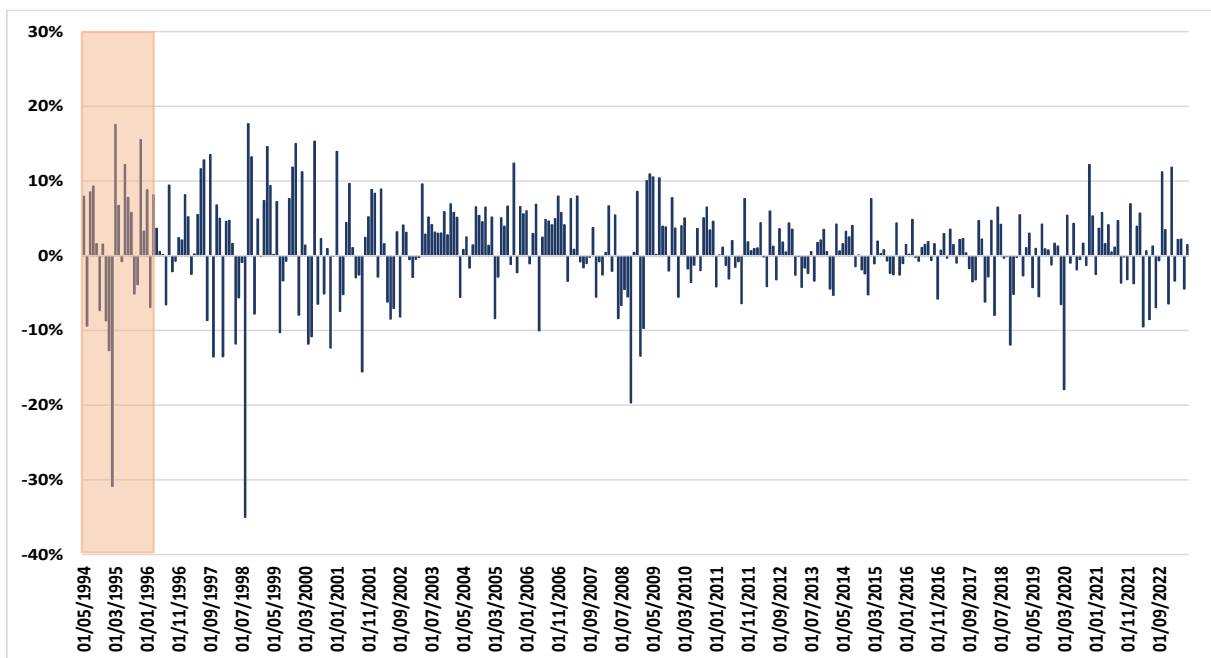
2.2.1. Crisis del Tequila 1994-1995

En 1994 se iniciaba en México una de las crisis económicas más importantes, denominada “Crisis del Tequila”, fue provocada por la falta de reservas internacionales, causando la devaluación de la moneda mexicana.

La economía mexicana no se encontraba en buen momento, tenía un déficit del 7% a inicios de 1994. El gobierno tomó medidas emitiendo nuevos instrumentos, sin embargo, no sirvieron para mejorar la confianza de los inversionistas internacionales. Rápidamente hubo una fuga de capitales, lo que originó una fuerte caída de las reservas internacionales del Banco Nacional de México.

Por otra parte, la política monetaria del Banco Central se enfocó en incrementar la tasa de interés con el objetivo de disminuir la fuga de dólares. La política monetaria aplicada por Banco Central tuvo efecto nulo en el mercado por la desconfianza de los inversionistas extranjeros y la pérdida continua de reservas. Los factores de riesgo involucrados en la crisis fueron las tasas de interés, el tipo de cambio y precio de acciones, estos factores tuvieron gran volatilidad en los años que duró la crisis.

Figura 7. Retornos mensuales del índice de la bolsa mexicana (MEXBOL1)



Fuente: Elaboración Propia

En la zona roja de la Figura 7 se puede apreciar cómo fue afectado la rentabilidad del índice MEXBOL, llegando a tener pérdidas de hasta más 30% en febrero de 1995. La volatilidad de

¹ El S&P/BMV IPC (Índice De Precios y Cotizaciones) busca medir el desempeño de las acciones de mayor tamaño y liquidez listadas en la Bolsa Mexicana de Valores.

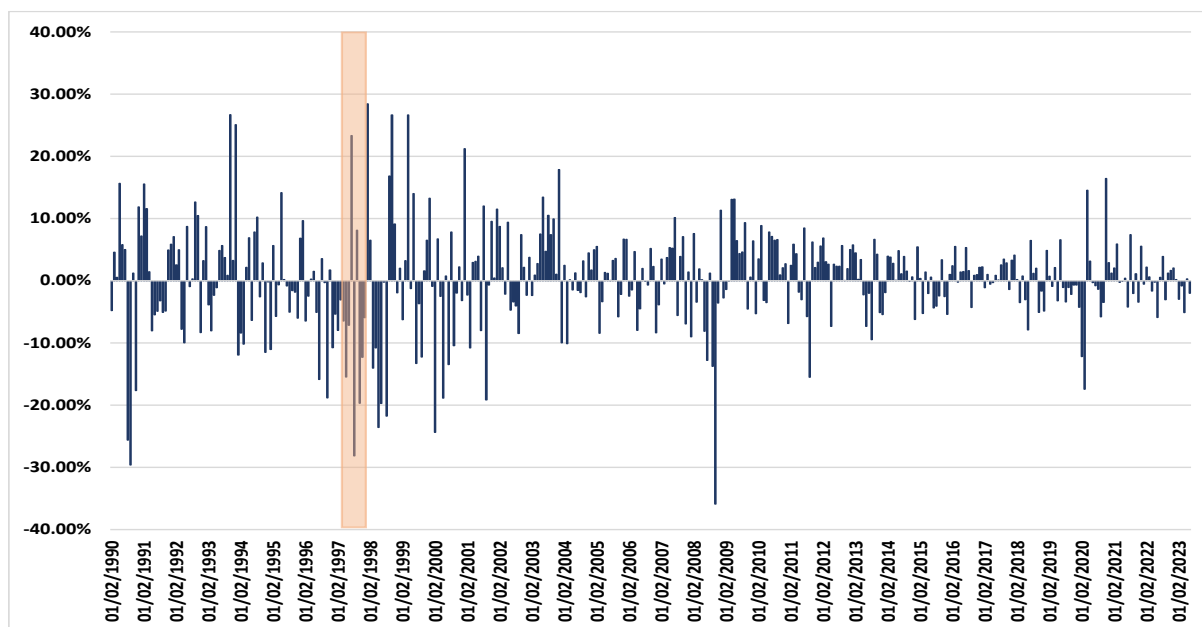
retornos del índice tiende a crecer en periodos de crisis. Las crisis que más influyeron en el índice fue la de la burbuja punto-com y las crisis financiera del 2008.

2.2.2. Crisis Financiera Asiática 1997

La crisis financiera asiática se desató en 1997, la crisis se desató a partir del cambio de régimen cambiario del bath tailandes, lo que trajo una fuerte devaluación de la moneda tailandesa, lo que se tradujo en una fuerte salida de capitales y una caída de su bolsa de valores. Con ello se creó un efecto contagio y se extendió a los demás países asiáticos: Malasia, Indonesia y Filipinas por presentar una similar estructura económica que Tailandia. Luego se extendió a Corea del Sur, cuyo país se encontraba financiado a plazos cortos generándoles problemas al buscar refinanciamiento debido a que los bancos financieros los rechazaban, detonando la crisis en el país.

Entre los factores que identificados por el Fondo Monetario Internacional (FMI) como causante de la crisis en el Este de Asia se detallan: el sobrecalentamiento de la economía; mantención de un tipo de cambio fijo por grandes periodos; poco control del sistema financiero y de los riesgos, lo que causo un deterioro de la cartera de los bancos; problemas de gobernabilidad e incertidumbre política, que afectaron la confianza de los inversionistas extranjeros; los fuertes movimientos de capitales privadas de corto plazo y la fuga acelerada de capitales acelerada por bancos inversionistas extranjeros.

Figura 8. Retornos mensuales del índice de la bolsa tailandesa (SET²)



Fuente: Elaboración Propia

En la zona roja de la Figura 8 se puede apreciar cómo fue afectado la rentabilidad del índice SET, llegando a tener pérdidas de casi 30% en agosto de 1997.

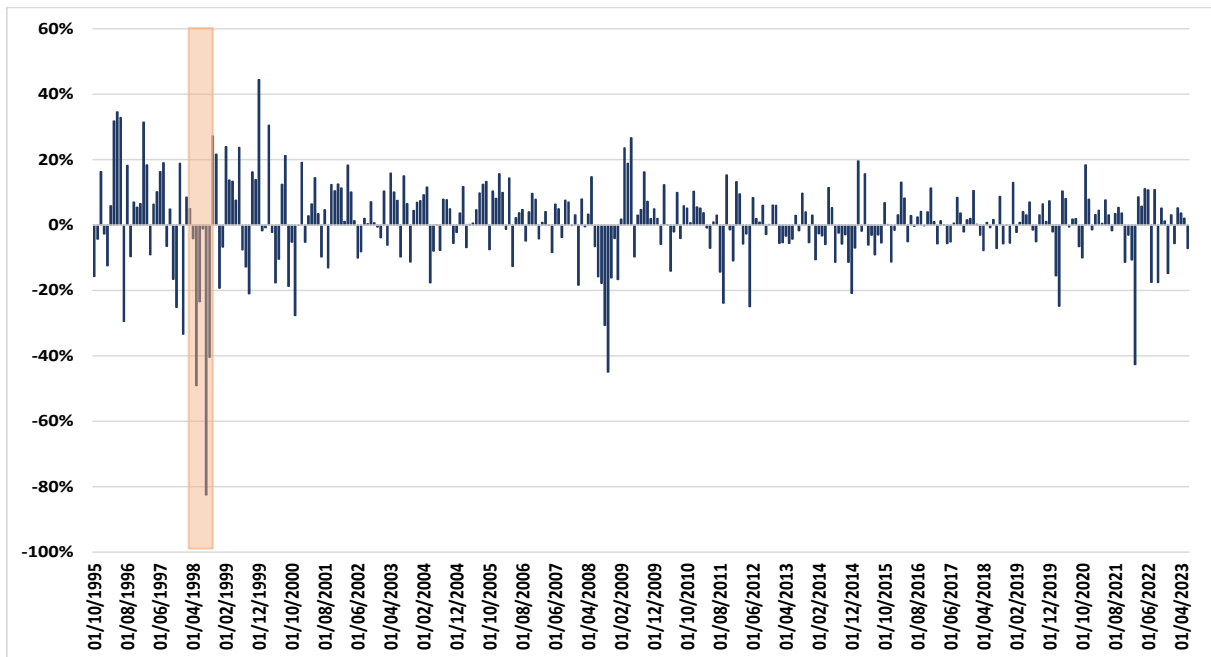
2.2.3. Crisis del Vodka 1998

Esta es una de las crisis que afectó principalmente a Rusia y al mercado asiático (Tailandia, Malasia, Indonesia, Filipinas, entre otros). La economía rusa dependía principalmente de la exportación de materias primas (petróleo, gas natural, metales y madera). Todos estos *commodities* representaban un 80% de las exportaciones del país.

En 1997, se produjo una crisis financiera en países como Tailandia, Malasia, Indonesia y Filipinas, entre otros. Un momento crítico en la economía de estos países que afectó de lleno a Rusia. La Federación, dirigida por Boris Yeltsin, dependía de las exportaciones de materias primas como petróleo, gas natural, metales y madera. El declive de precios mundiales de *commodities* y alto grado de dependencia fue principal causa que desencadenó de la crisis. Entre los factores de riesgo involucrados se encuentran los precios de *commodities* y precios de las acciones.

² Índice del mercado de valores compuesto tailandés calculado por los precios de todas las acciones ordinarias en el tablero principal de la Bolsa de Valores de Tailandia, excepto las acciones que han estado suspendidas durante más de un año.

Figura 9. Retornos mensuales del índice de la bolsa rusa (RTSI\$³)



Fuente: Elaboración Propia

En la zona roja de la Figura 9 se puede apreciar cómo fue afectado la rentabilidad del índice RTSI\$, llegando a tener pérdidas de hasta 80% en agosto de 1998. La rentabilidad del índice también fue afectada en la crisis financiera del 2008 y la del COVID-19.

2.2.4. Burbuja de las punto-com 1997-2001

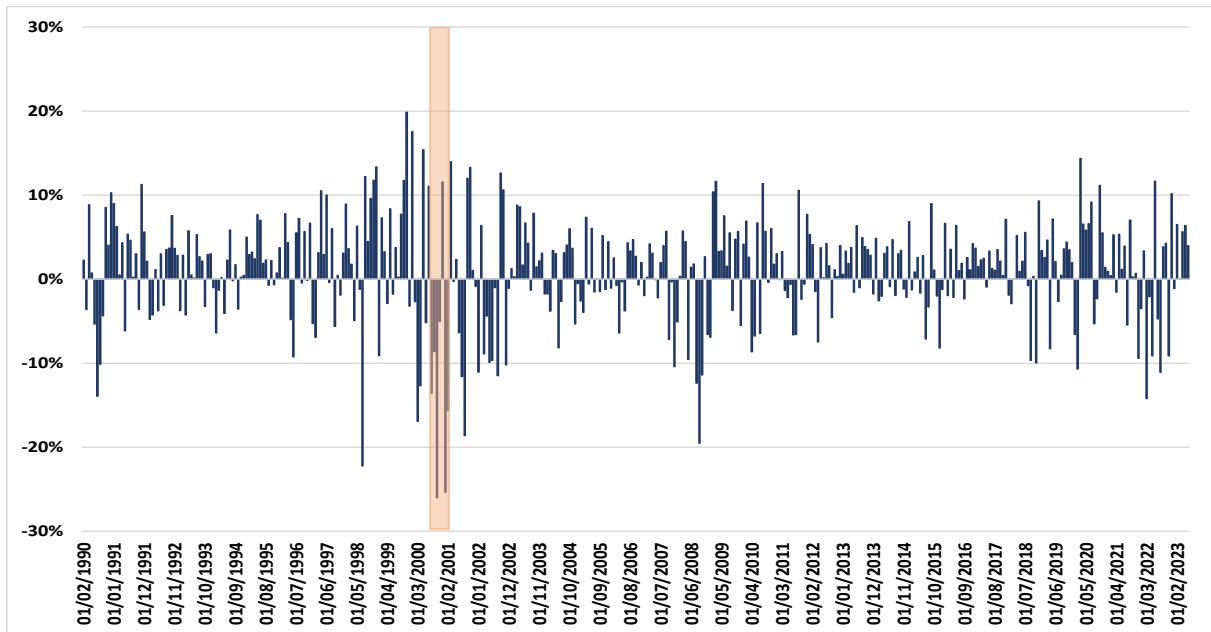
El inicio de la burbuja fue en 1997, cuando existió un boom de las empresas tecnológicas. Todo el mundo empezó a invertir de forma masiva para no perder la euforia del mercado entre las empresas más conocidas. El modelo de negocio de las empresas punto-com tomaban ventaja del internet para conseguir ampliar su mercado, aunque éstas no estén generando beneficios. Existía una gran expectativa que en un futuro estas empresas iban a cubrir sus gastos, lo que incrementó en gran medida la especulación en las inversiones, todo ello pese a que las empresas cotizaban a altos múltiplos.

Como en toda burbuja el punto máximo fue en marzo del 2000, donde el índice Nasdaq alcanzó los 5,132 puntos. En ese momento se produjo una fuerte caída del índice lo que originó cierre de empresas, quiebra de cotizaciones, numerosas pérdidas millonarias. La

³ Índice de 50 valores de compañías rusas que se negocia en la bolsa de Moscú.

evolución de la burbuja se dio a partir del desarrollo de nuevas tecnologías informáticas que permitió una mayor globalización e intercomunicación de los mercados, pasando a operar en tiempo real. Un punto importante del estallido de la burbuja fue el incremento paulatino de las tasas interés a inicios del 2000, lo que provocó un encarecimiento en la valorización de los instrumentos y en la financiación.

Figura 10. Retornos mensuales del índice de la bolsa americana (NASDAQ⁴)



Fuente: Elaboración Propia

En la zona roja de la Figura 10 se puede apreciar cómo fue afectado la rentabilidad del índice NASDAQ, llegando a tener pérdidas de hasta 26% en octubre de 2000. El índice muestra rentabilidades de alta volatilidad en diferentes periodos, siendo la crisis del 2008 la segunda de mayor pérdida.

2.2.5. Crisis Financiera Global 2008-2009

La crisis financiera internacional de 2008 fue originada como producto de una alta demanda de derivados de hipotecas de baja calidad en EE.UU., que tuvo un efecto contagio de forma negativa en toda la economía mundial. El problema empezó cuando el mercado inmobiliario

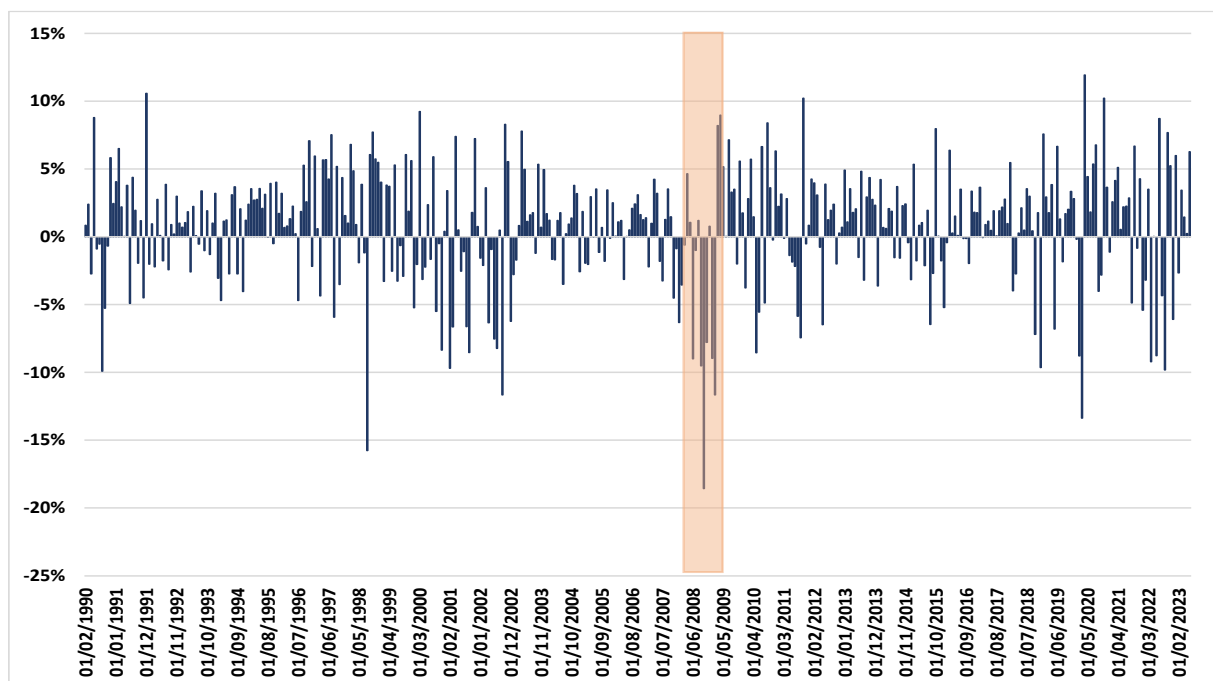
⁴ La composición del NASDAQ Composite está fuertemente ponderada hacia las empresas del sector de tecnología de la información (tanto nacionales como extranjeros).

de EE.UU. quebró, el precio de las viviendas se hundió y los intereses empezaron a subir y, consecuentemente, empezaron los impagos y una crisis de liquidez. Un colapso que provocó un efecto dominó, afectando a instituciones financieras que, a su vez, habían prestado dinero a las entidades bancarias.

La burbuja hipotecaria explotó el 15 de setiembre de 2008 cuando la entidad Lehman Brothers entró en bancarrota, el cuarto mayor banco de EE.UU., lo que provocó una fuerte caída en la economía estadounidense. Las consecuencias del colapso de la economía americana se expandieron rápidamente a Europa y el resto del mundo, provocando una crisis global.

Los principales factores que afectaron a que la crisis se intensifique fueron la inestabilidad macroeconómica, junto a políticas económicas mal dirigidas que agravaron estos desequilibrios. Entre ellos la reducción de impuestos e incremento de gasto público, mientras que el Banco de la Reserva Federal bajo las tasas de interés y las mantuvo baja por mucho más tiempo de lo debido, siendo opuestamente a lo que requería el mercado.

Figura 11. Retornos mensuales del índice de la bolsa americana (S&P 500⁵)



Fuente: Elaboración Propia

⁵ Este índice bursátil se compone de las 500 empresas más grandes de Estados Unidos y se pondera de acuerdo con la capitalización de mercado de cada una de las empresas.

En la zona roja de la Figura 11 se puede apreciar cómo fue afectado la rentabilidad del índice S&P 500, llegando a tener pérdidas de casi 19% en octubre de 2008.

2.2.6. Crisis COVID-19 2020

La crisis sanitaria del COVID-19 se empezó por causa de un nuevo virus que se originó en China. La pandemia COVID-19 tuvo un efecto global que afectó a todos los países, siendo una de las mayores crisis de mayor impacto en el siglo, forzó a los gobiernos de la gran mayoría de países a implementar medidas de confinamiento de su población.

Los impactos económicos del COVID-19 fueron de mayor magnitud en las economías emergentes, las cifras mostraban grandes pérdidas de ingresos frente a economías frágiles. Varias de las empresas no estaban preparadas para soportar prolongados meses sin operar con una muy baja demanda de sus productos. Entre los servicios debilitados de forma global, se observó un debilitamiento en varios indicadores de actividad económica global, como los servicios y la demanda de petróleo, al igual que en una disminución del ingreso per cápita en diferentes regiones del mundo.

Las entidades gubernamentales establecieron numerosos instrumentos de política fiscal expansiva con novedosos instrumentos o de una escala superior a la usual en los países emergentes. Entre ellas apoyo directo a los ingresos, reprogramación de deudas sin morosidad y programas de apoyos empresariales provistos por la banca central. Los programas variaron mucho en tamaño entre los países debido a que varios países de ingresos bajos tuvieron problemas de acceso al crédito y elevados niveles de deuda pública. Entre los países con mayor respuesta fiscal como ratio de PBI se encuentran Italia (46%), Japón (45%), Reino Unido (36%) y Estados Unidos (28%).

Figura 12. Impacto del COVID-19 en el DJIA⁶



La Figura 12 presenta el impacto del COVID-19 en el desarrollo del índice DJIA entre enero y noviembre de 2020. El valor del índice DJIA cayó a 20.704.91 puntos el 18 de marzo, siendo este el peor valor registrado durante todo el periodo 2020. El pánico global acerca del coronavirus fue origen de esta caída bursátil, que ha sido una de las peores registradas desde el colapso de Lehman Brothers de la crisis financiera de 2008.

2.3. CASOS DE EMPRESAS EN CRISIS 2023

En lo que va del año 2023 varias empresas de diferentes sectores vienen arrastrando problemas de liquidez ya sea por pérdidas o por factores económicos internos, como producto de diferentes factores por riesgo, como principal factor la volatilidad de precios por alzas de tasa de interés. A continuación, las crisis bancarias y empresariales de mayor importancia en el año.

⁶ Dow Jones Industrial Average, mide el rendimiento de las 30 más grandes empresas de EE.UU.

Figura 13. Principales empresas en crisis en el 2023



Fuente: Elaboración Propia

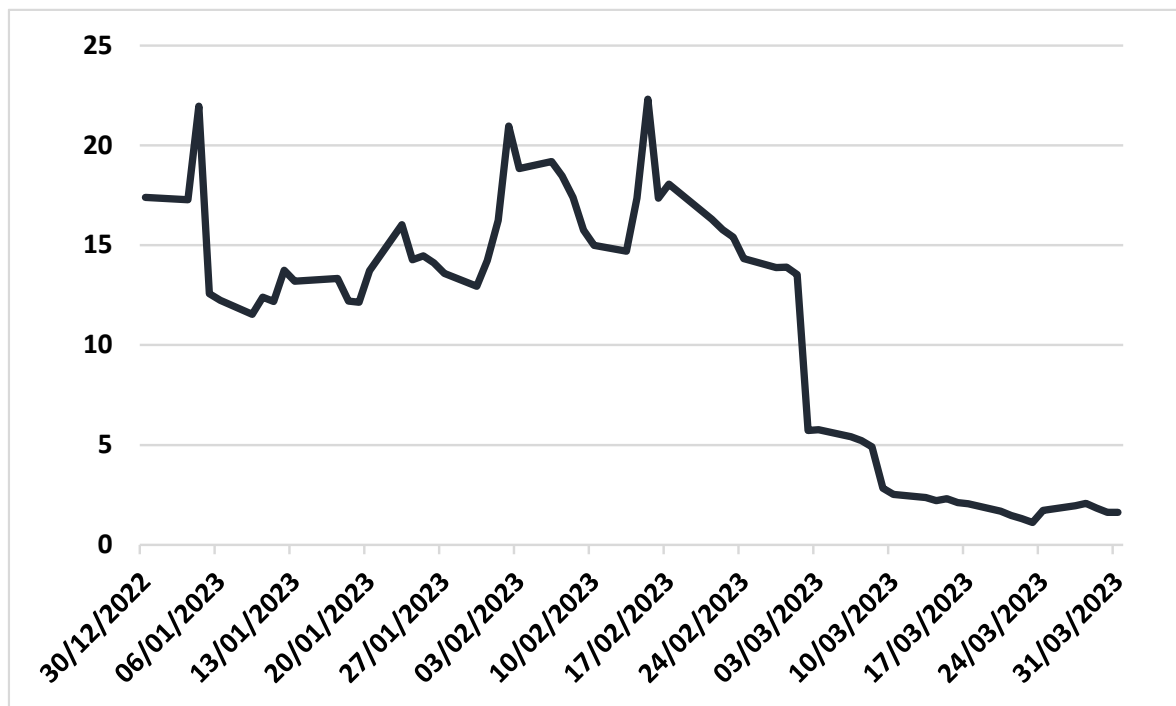
2.3.1. Caso Silvergate Capital Corporation (SICP)

Entidad fundada en 1988, banco que ofrecía soluciones y servicios financieros. Entre sus clientes se encontraban los inversores de la bolsa americana e inversores globales en la industria de las criptomonedas. El banco también ofrecía servicios de banca comercial y préstamos diversos (comerciales, hipotecarios, entre otros), llegó a ser la segunda entidad financiera especializada en criptomonedas en EE.UU. (contó con hasta \$11,900 millones en depósitos).

En 2013, el banco hizo su incursión en el universo de las criptomonedas, para reenfoque su negocio a empresas de bitcoin y blockchain. La entidad empezó a aceptar depósitos en criptomonedas, siendo uno de los primeros que rompían el esquema de banca tradicional. Silvergate mantenía una gran cantidad de instrumentos de Tesoros adquiridos luego de la pandemia cuando las tasas de los Treasuries estaban cercanas a cero, mientras pasaba el tiempo su pérdida no realizada iba en aumento ante las subidas consecutivas de tasa de interés.

La empresa venía registrando pérdidas netas por casi \$ 1,000 millones en el cuarto trimestre del 2022, tras una gran cantidad de retiros a finales de año. En ese periodo los depósitos cayeron un 68%, por lo que el banco tuvo que vender \$5,200 millones en títulos de deuda, bajo el escenario donde el valor del título era mucho menor por las subidas de tasas de interés. En marzo de 2023, Silvergate cerró primero su red de pagos de crypto activos, para luego proceder con una liquidación voluntaria.

Figura 14. Precio de la acción Silvergate Capital Corporation 2023



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 14 se observa que a inicios de febrero de 2023 empieza una tendencia de deterioro del precio de la acción hasta llegar a niveles de casi cero.

2.3.2. Caso Silicon Valley Bank (SVB)

SVB antes uno de los 20 bancos comerciales más grandes de los Estados Unidos, con \$212 mil millones en activos, financiado por más de \$173 mil millones en depósitos (de los cuales \$151.5 mil millones no están asegurados), fue considerado como el banco principal de la industria de startups de los Estados Unidos debido a su enfoque concentrado en las empresas de capital de riesgo (Venture Capital).

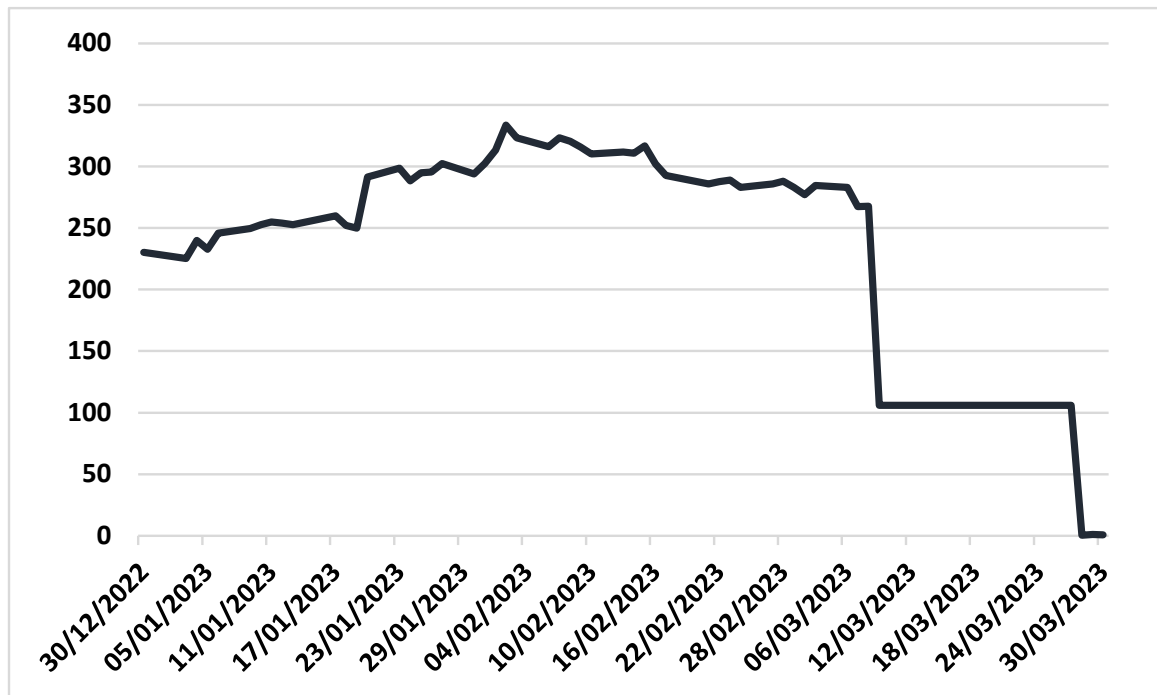
SVB anunció una serie de acciones para mejorar su balance, ya que tenía una gran exposición a Treasuries que, en el entorno de subida de tasas, estaba llevando al banco a una gran posición de pérdida no-realizada, además del deterioro de sus ratios de capital.

El banco reestructurar sus activos y cambiar su cartera de una tasa fija a largo plazo a una cartera a corto plazo. Al vender su cartera existente de activos *Available-For-Sale* (AFS), que tenía una duración de 3,6 años, y reinvertir los ingresos en bonos a corto plazo, el banco mejoró su posición de liquidez a costa de realizar miles de millones de dólares en pérdidas.

A principios de 2009 los reguladores suspendieron el mark-to-market para los bancos, y en lugar de tener valores de deuda en sus hojas de balance a un precio de mercado, les permitieron registrar sus posiciones de activos en dos componentes: *Available-For-Sale* (AFS), una cuenta mark-to-market que podría ser vendida para aumentar la liquidez en el corto plazo, y *Held-To-Maturity* (HTM), una cuenta mucho más grande que permitió a los bancos mantener los valores de deuda a su costo y no al precio de mercado, por lo que reportaban pérdidas, pero eran no realizadas.

Esto se creó para evitar el contagio si un banco se viera obligado a liquidar instrumentos y afectara a otros tenedores del mismo valor. En otras palabras, fue una característica puramente idiosincrásica, no una que tuviera como objetivo regular condiciones macroeconómicas. El caso de SVB es una consecuencia previsible del ciclo de alza de tasas y la recolocación del crédito en la economía en negocios altamente apalancados (20x), con colocación de depósitos poco diversificados y concentrados en sectores riesgosos (venture capital y criptomonedas) y un descalce de plazos entre activos y pasivos, por lo que se vieron forzados a vender sus bonos mantenidos a vencimiento (HTM) como Treasuries, realizando pérdidas, para poder tener liquidez. En marzo de 2023, SVB se declara en bancarrota luego de ser intervenido por las autoridades de Estados Unidos en la mayor caída de un bando desde el 2008.

Figura 15. Precio de la acción Silicon Valley Bank 2023



Fuente: Elaboración Propia

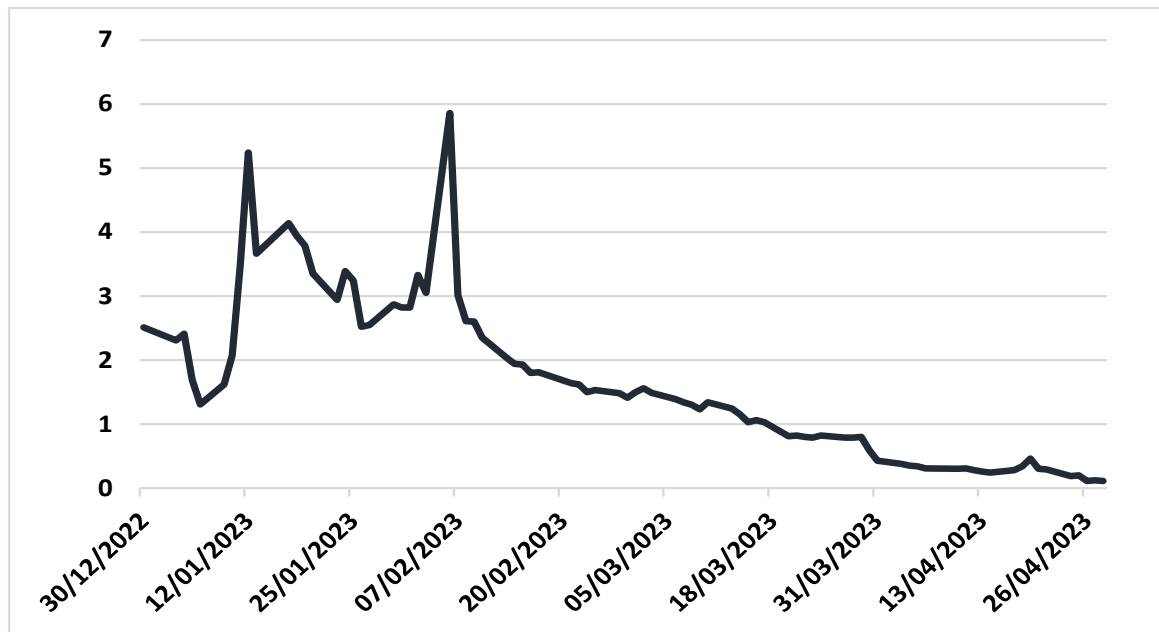
En la Figura 15 se observa la rápida caída de la acción, en menos de dos semanas llegó a casi cero, no se ve una tendencia marcada en el presente año.

2.3.3. Caso Bed Bath & Beyond Inc. (BBBY)

Empresa fundada en 1971 en Nueva Jersey, se dedica al rubro del hogar y decoración. La empresa contaba con deuda de \$ 5,200 millones, con aproximadamente 25,000 acreedores de deuda, siendo el principal acreedor BNY Mellon con \$ 1,185 millones. La bancarrota de la empresa era casi inminente, debido a que llevaba ya más de un año de suspensión de pagos por sus problemas financieros agravados por la pandemia, entre otros factores la elevada inflación y los cambios de hábitos de consumo, junto a la incertidumbre económica.

En el 2022, BBBY puso en marcha un plan de recortes que implicaba cierre de 150 de sus tiendas y el despido de 20% de su planilla. En enero de 2023, BBBY empezó a incumplir sus obligaciones financieras, recibió notificación de aceleración de intereses de JPMorgan Chase Bank, lo que originó que los préstamos pendientes sean exigibles inmediatamente.

Figura 16. Precio de la acción Bed Bath & Beyond Inc. 2023



Fuente: Elaboración Propia

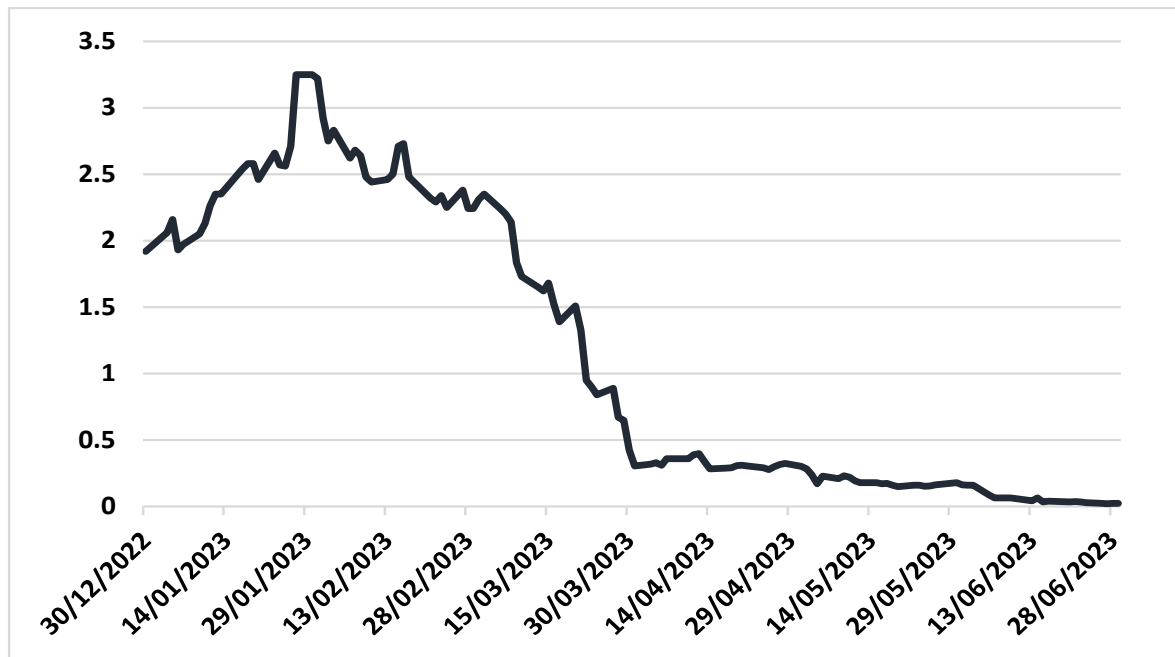
La Figura 16 muestra como la acción fue muy volátil al inicio de año, luego sigue una tendencia negativa hacia casi cero, por lo que los retornos están captando el riesgo de la inversión en la acción.

2.3.4. Caso Cyxtera Technologies, Inc. (CYXT)

Cyxtera Technologies, Inc. es una empresa fundada en 2017 resultante de la unión de varias compañías de seguridad y data centers, proporcionaba soluciones de tecnología de la información. La empresa ofrecía servicios de colocación en centros de datos e interconexión, atendía a clientes en todo el mundo. Se hizo pública en el 2021.

En marzo de 2023, la empresa llegó a un acuerdo con los acreedores para prorrogar la deuda de \$ 120,1 millones y amplió su vencimiento a 2024. El aumento de tasas de interés hizo que el costo de la financiación aumentara de \$ 35,9 millones a \$ 75,7 millones en el primer trimestre de 2023. En junio de 2023, Cyxtera Technologies se declaró en quiebra junto a sus afiliadas por la imposibilidad de pagar sus vencimientos de deuda y una grave crisis de financiación.

Figura 17. Precio de la acción Cyxtera Technologies, Inc. 2023



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 17 se observa como el precio de mercado empieza una tendencia negativa en el cierre del primer trimestre, al conocerse el aumento del pago de intereses sobre la deuda flotante, el movimiento del precio captura el riesgo que se percibe por parte de la empresa.

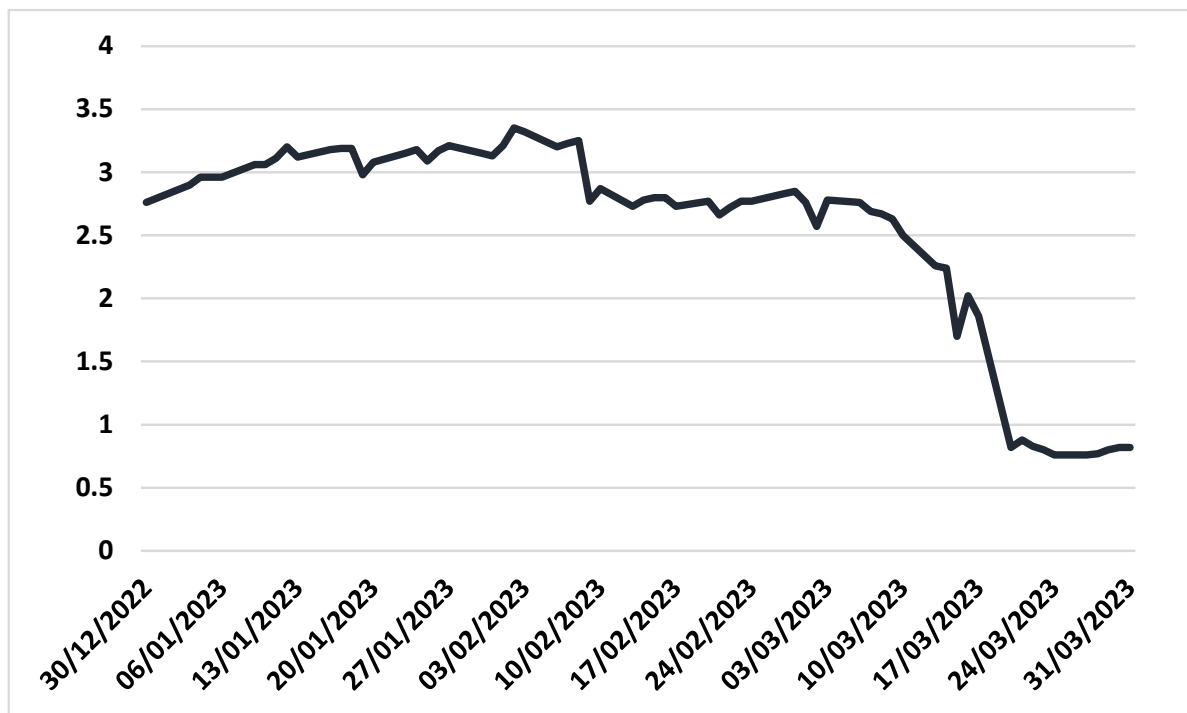
2.3.5. Caso Credit Suisse (CSGN)

Banco fundado en 1856, pilar en el sector financiero suizo se especializa en banca de inversión y ofrece actividades de gestión de patrimonio con el objetivo de capitalizar la riqueza en Asia Pacífico y otros mercados emergentes. Credit Suisse es uno de los principales proveedores de servicios financieros del mundo. El Banco ofrece servicios de gestión de inversiones y asesoramiento, banca privada y servicios de gestión de activos a clientes de todo el mundo.

Las dificultades de Credit Suisse empiezan en 2019, tras indicar fuertes cantidades de pérdidas millonarias, lo que iba afectando la confianza del inversionista. En 2021, mostró pérdidas por EUR 1,600 millones, quintuplicando este monto para el 2022 (pérdidas de EUR 7,400 millones). Uno de los factores que explican estas pérdidas fue la quiebra de la firma de inversión Archegos Capital Management. Todo ello junto los problemas de liquidez por los altos retiros de depósitos que afrontaban y la actual situación económica llevaron a que los reguladores tomen acción.

El motivo de la crisis que tuvo el Credit Suisse estuvo ligado a que el capital exigido por el nivel de riesgo de la cartera no era suficiente, por lo que necesitaba que su principal accionista (Banco Nacional Saudita) aporte una mayor cantidad de dinero, sin embargo, el accionista no estaba dispuesto a seguir aportando dinero, lo cual terminó en una venta de la compañía. Cabe indicar que las bandas de volatilidad de riesgo ya mostraban señales de alerta desde el 2016, cuando la compañía cayó en escándalos de impuestos. La venta de Credit Suisse fue forzada por los reguladores, sin tomar en cuenta el voto de los accionistas, intervinieron para que UBS adquiriera a Credit Suisse por \$ 3,250 millones en marzo del presente año.

Figura 18. Precio de la acción Credit Suisse 2023



Fuente: Elaboración Propia

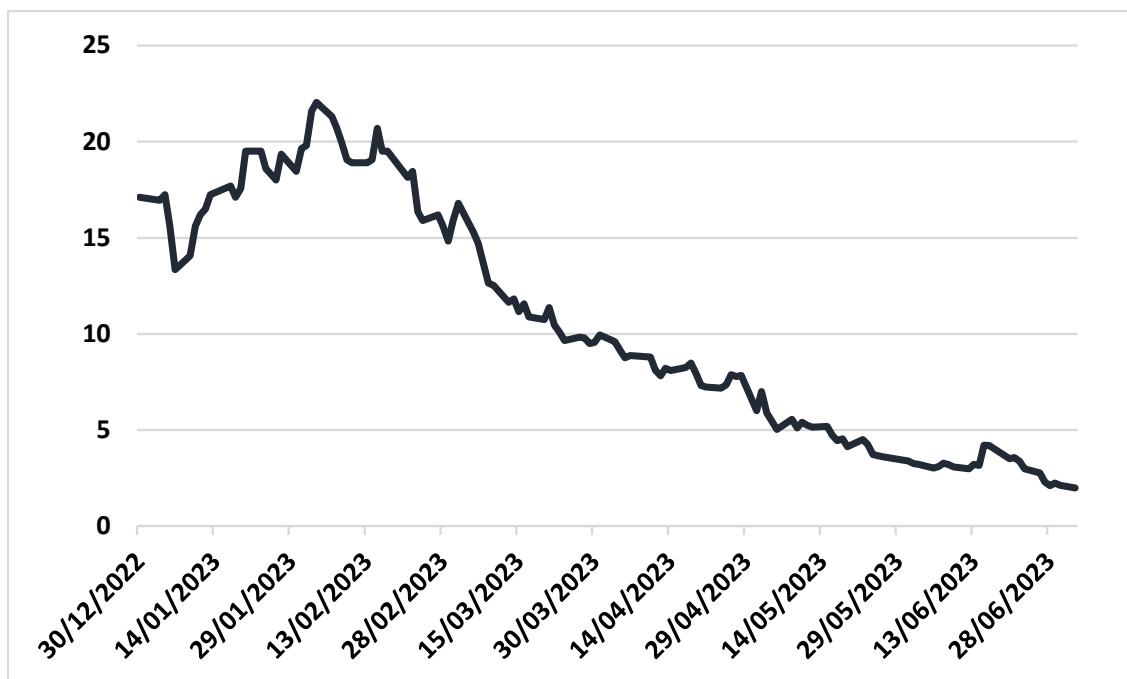
En la Figura 18 se observa el inicio de tendencia negativa de precios a fines de febrero de 2023, tras la intensificación de problemas de elevadas tasas globales. Los graves problemas financieros que venía arrastrando el banco podrían ser identificados con un indicador de volatilidad ex ante, como alerta para la gestión de riesgo de inversión de portafolios con esta acción.

2.3.6. Caso Lordstown Motors Corp. (RIDE)

Lordstown empresa lanzada en el 2019 adquirió una fábrica a General Motors, donde diseñaba y fabricaba vehículos eléctricos. La empresa ofrecía camiones eléctricos ligeros, camionetas pickup y otros vehículos. Lordstown Motors se enfocaba en clientes en los Estados Unidos.

En 2021, el gigante electrónico taiwanés Foxconn hizo un acuerdo con Lordstown para adquirir la fábrica e invertir en ella, sin embargo, la producción no alcanzó las cifras deseadas, lo que impactó negativamente a sus cifras bursátiles. En julio de 2023, el fabricante Lordstown se declara en bancarrota y demandó a Foxconn por fraude y por incumplimiento deliberado de compromisos comerciales y financieros.

Figura 19. Precio de la acción Lordstown Motors Corp. 2023



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 19, se observa como la acción viene siguiendo una tendencia negativa en lo que va del 2023, el precio estaba incursionando los riesgos de liquidez de la empresa por falta de financiamiento interno y externo.

2.4. INDICADORES DE RIESGO DE MERCADO

El análisis cuantitativo del riesgo de un instrumento o cartera hace uso de herramientas estadísticas que contribuyen con el análisis del comportamiento de cada una de las variables, las medidas de riesgo pueden ser aplicadas de forma absoluta o de forma relativa dependiendo el objetivo de la cartera. El monitoreo de las métricas de riesgo de mercado permite a las instituciones administrar el riesgo de forma adecuada.

El uso de las metodologías para medir el riesgo tiene diversas utilidades, entre ellas el que pueden ser usadas para informar a la alta dirección de la tendencia del riesgo en inversiones realizadas; también pueden ser utilizadas por cualquier agente interesado en la gestión activa del riesgo de mercado (Salinas Ávila, 2009).

Tras una revisión de la literatura de las medidas de riesgo de mercado más utilizadas en el seguimiento de las carteras de inversión, se han encontrado las siguientes: Beta Risk, Volatilidad, Value at Risk (VaR), Expected Shortfall (CVaR), Tracking Error (TE) y el Máximo Drawdown. A continuación, se detalla una breve descripción del uso y cálculo de cada una de las medidas de riesgo de mercado mencionadas.

2.4.1. Beta Risk (β)

El riesgo beta también se llama riesgo de mercado, riesgo sistemático o riesgo no diversificable, en contraposición al riesgo diversificable o idiosincrático, que es la varianza de los rendimientos del activo (Cornelius, 2011).

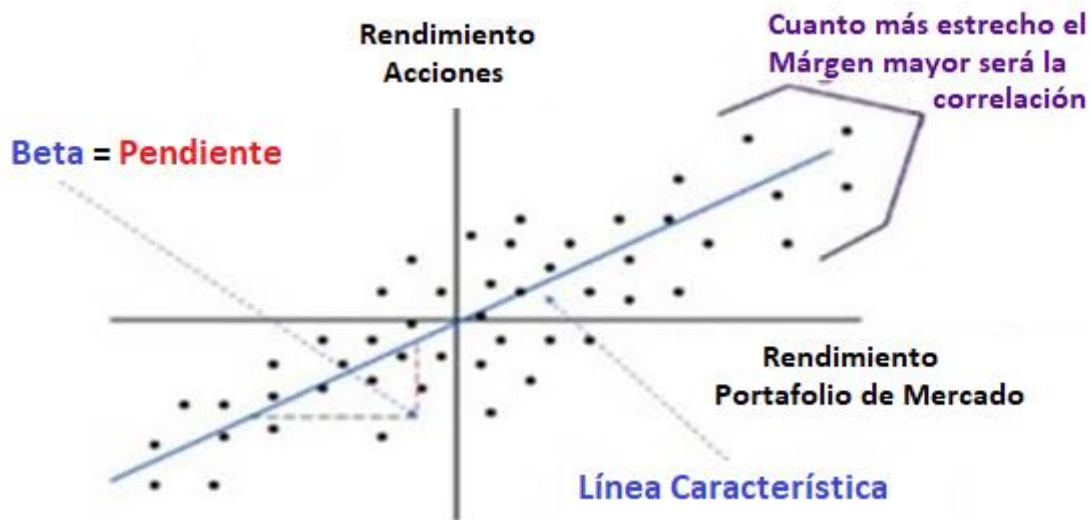
Este riesgo indica la magnitud de movimiento de cada activo con respecto al índice de mercado. Un activo con beta mayor a 1 indica un mayor riesgo de mercado, mientras que uno menor a 1 estamos frente a un activo más conservador; y un activo con beta igual a 1 indica un similar riesgo de mercado sobre el índice.

Figura 20. Cálculo del Beta Risk

$$\beta_{i,m} = \frac{Cov(i, m)}{\sigma_m^2}$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Línea característica β



Fuente: Sharpe, 1964

En la Figura 21 se visualiza como se construye la línea característica β de acuerdo con la relación de retornos entre el activo evaluado y el índice de mercado.

2.4.2. Volatilidad (σ)

El riesgo medido a través de la volatilidad nos indica el tamaño de dispersión que existe entre los retornos del activo analizado. Un activo con una volatilidad mayor indica un mayor nivel de riesgo asociado con una posible mayor pérdida. La volatilidad es calculada a través de la desviación estándar.

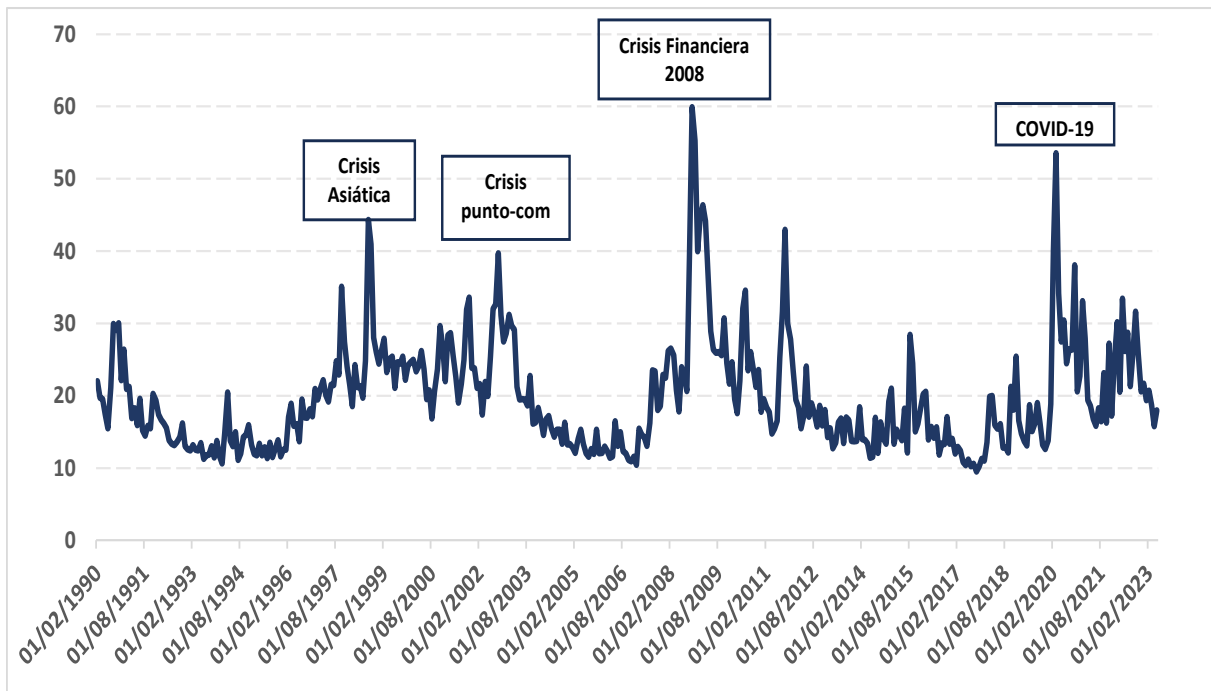
Figura 22.: Cálculo de la Volatilidad

$$Volatilidad_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Retono_i - Retorno)^2}{N}}$$

Fuente: Elaboración propia

El cálculo indica que si el retorno del activo tiene mucha más dispersión en sus datos tendrá una mayor volatilidad, por tal motivo un mayor riesgo. Uno de los indicadores más conocidos que mide la volatilidad de las opciones del mercado americano es el CBOE Volatility Index (VIX). Un mayor valor del índice indica un mayor pesimismo del mercado, mientras que un menor valor indica mayor confianza. En épocas de crisis, la gran mayoría de los activos tienen volatilidades mayores que en épocas normales, esto se puede apreciar en la Figura 23.

Figura 23. CBOE Volatility Index (1990-2023)



Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Value at Risk (VaR)

El VaR es una metodología creada en los años 90s por JP Morgan, uno de los principales bancos de inversión, metodología referente en el ámbito de la gestión de los riesgos de mercado (Knop, Ordovás, & Vidal, 2004). El VaR se define como la máxima pérdida esperada dado un nivel de confianza en un horizonte temporal. Existen tres formas diferentes de calcular el VaR:

- VaR Paramétrico: Metodología que asume distribución normal de los retornos y utiliza las correlaciones de los activos de forma matricial para el cálculo del VaR del portafolio de inversión dado el nivel de confianza determinado ubicado en el valor crítico de la tabla Z.
- VaR Histórico: Metodología que asume distribución histórica de los retornos para el cálculo del percentil según el nivel de confianza para el cálculo del VaR.
- VaR por Simulación de Montecarlo: Metodología que mediante el método bootstrapping estima la distribución de retornos, y según esa distribución simula varios escenarios para ubicar el percentil según el nivel de confianza para el cálculo del VaR.

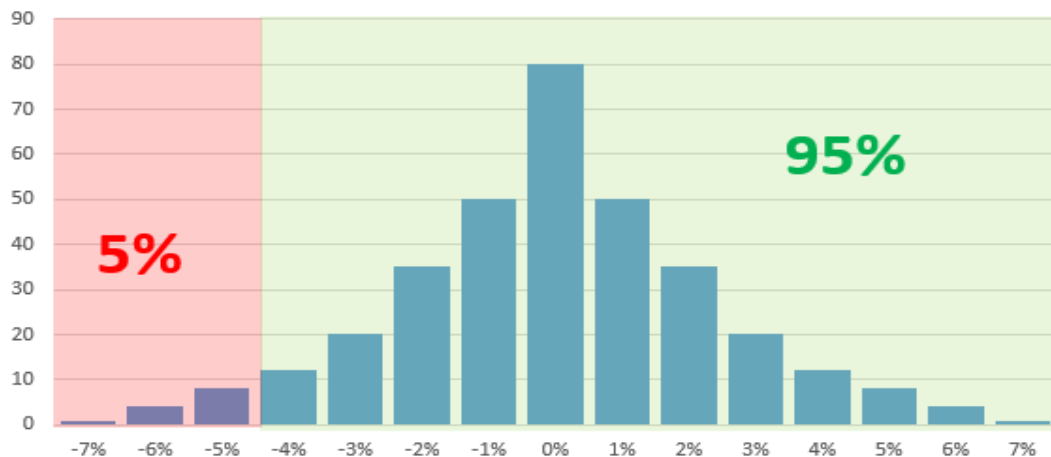
Figura 24. Cálculo del VaR

$$VaR = Percentil(100\% - NC)$$

Fuente: Elaboración propia

El percentil se calcula sobre el vector de Ganancias & Pérdidas del activo o cartera. (NC: Nivel de Confianza). Cada una de las metodologías de cálculo tienen supuestos diferentes, pero buscan hallar un mismo cálculo. La Figura 25 muestra cómo se identifica el VaR dada la distribución analizada con un nivel de confianza de 95% (error de 5%).

Figura 25. VaR con nivel de confianza del 95%



Fuente: Economipedia

Es importante mencionar que el VaR es difícil de trabajar dado que las pérdidas no están distribuidas normalmente, ya que la mayoría de las veces la distribución de retornos de los activos tiende a mostrar colas anchas.

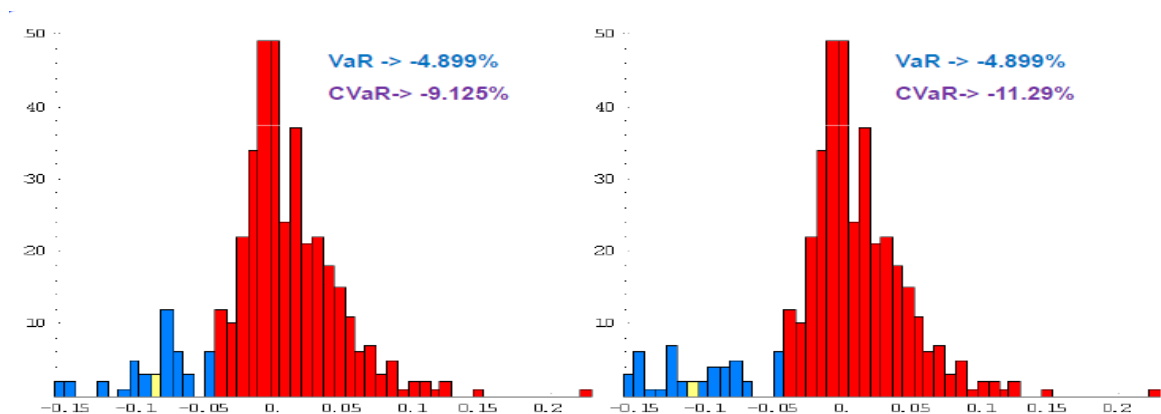
Otra de las deficiencias del VaR es que no considera los peores escenarios posibles, es por ello por lo que se debe hacer uso de pruebas de estrés, el cual considera escenarios que no contempla el VaR.

2.4.4. Expected Shortfall (CVaR)

El CVaR es calculado en base al promedio esperado de los valores que exceden al VaR, por lo que indica un valor más riguroso, al utilizar este indicador reduce el riesgo de tener grandes pérdidas, es una medida más estable que el VaR.

La restricción de CVaR es más efectiva que una restricción de VaR como herramienta para controlar a agentes ligeramente aversos al riesgo, pero en ausencia de un activo sin riesgo, tiene un efecto perverso en el sentido de que es más probable que obligue a agentes altamente aversos al riesgo a seleccionar carteras con desviaciones estándar más grandes. Sin embargo, cuando el límite de CVaR es adecuadamente mayor que el límite de VaR o cuando existe un activo sin riesgo, una restricción de CVaR "domina" a una restricción de VaR como herramienta de gestión de riesgos. (Alexander & Baptista, 2004).

Figura 26. Comparación entre el VaR y CVaR



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 26 se observa que es posible tener diferentes valores del CVaR con un mismo VaR, todo dependerá de la distribución de los excesos.

Figura 27. VaR con nivel de confianza del 95%

$$CVaR = \text{Promedio (Excesos del VaR)}$$

Fuente: Elaboración propia

Excesos del VaR: son todos los valores que exceden al VaR (valores que se encuentran en la cola de la distribución).

2.4.5. Tracking Error (TE)

Medida de riesgo utilizado en carteras que tienen un benchmark, el TE mide la diferencia entre el rendimiento de la cartera y el rendimiento del benchmark, permite evaluar que tan volátil

fue la estrategia de forma relativa. Un mayor TE indica una mayor toma de riesgo (estrategia activa) frente al objetivo, mientras que un menor TE indica una estrategia pasiva.

El problema de centrarse en TE se agrava al uso generalizado de las ratios de información como medidas de desempeño. Debido a que las ratios de información consideran únicamente el riesgo del TE, el riesgo total de la cartera se ignora cuando los gestores se centran en las ratios de información (Jorion, P. 2003).

Figura 28. Cálculo del alfa

$$\alpha = Ret_{Cartera} - Ret_{Benchmark}$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Cálculo del Tracking Error

$$TE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha - \bar{\alpha})^2}{N}}$$

Fuente: Elaboración propia

2.4.6. Máximo Drawdown (MDD)

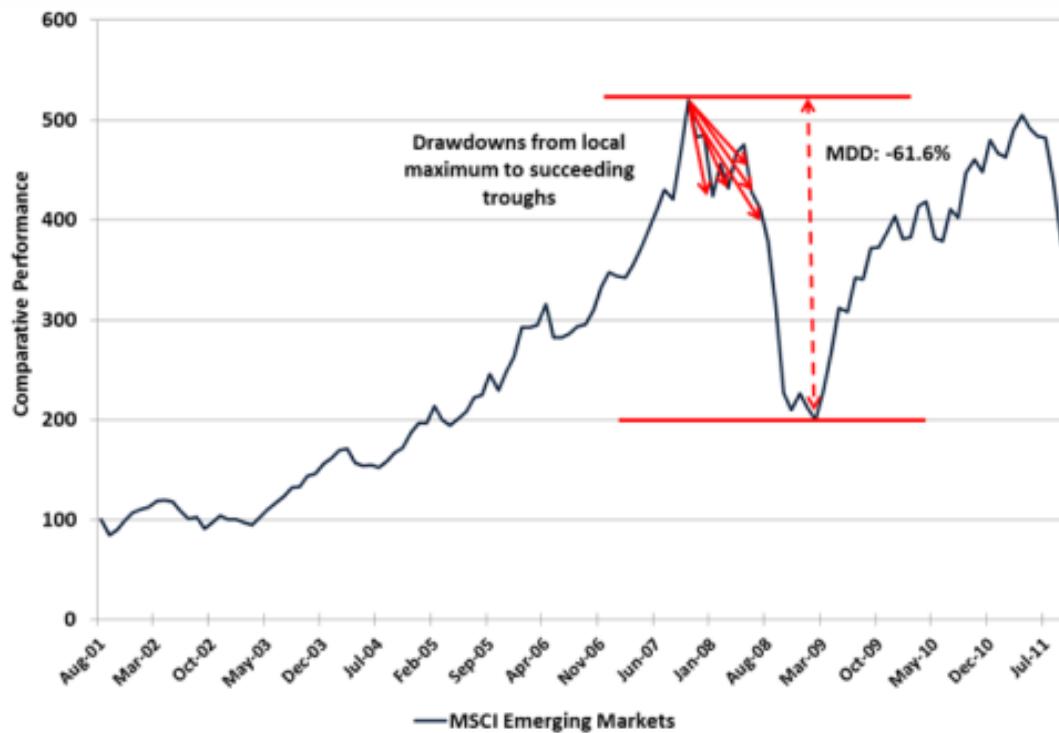
El MDD mide la máxima pérdida en un periodo determinado, generalmente tomando una ventana de 36 meses, utilizada en su mayoría para medir riesgos en carteras de retorno absoluto. El MDD ofrece una serie de beneficios prácticos y teóricos: medidas de riesgo intuitivas y dependientes del comportamiento del instrumento, se centran en el riesgo a la baja y capturan aspectos psicológicamente importantes (Korn, O., Möller, P. M., & Schwehm, C., 2022). La importancia del MDD es tener como referencia el máximo valor de pérdida histórica en la vida del activo o cartera según el comportamiento histórico del mercado.

Figura 30. Cálculo del Máximo Drawdown

$$MDD = \frac{Max\ Valor - Min\ Valor}{Min\ Valor}$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Máximo Drawdown



Fuente: CFA Institute

Luego de revisar las diferentes medidas de riesgo, podemos ver que en su mayoría se utilizan para mostrar resultados ex post, sin embargo, es importante también contar con herramientas ex ante con el fin de poder tomar acciones rápidas como área de riesgos ante una percepción de mayor riesgo.

La volatilidad de los rendimientos pasados de un fondo es un determinante poderoso del rendimiento futuro (Jordan & Riley, 2015). Los modelos que consideran la volatilidad como un factor de riesgo sistemático se pueden encontrar en Campbell, 1993, Campbell, 1996 o Chen 2002. Este patrón de cobertura se refuerza con la observación de Campbell y Hentschel 1992 y otros, que señalan que los períodos de alta volatilidad coinciden con caídas en el mercado de valores. Por lo tanto, los activos con una sensibilidad positiva al riesgo de volatilidad del mercado proporcionan una cobertura contra el riesgo a la baja del mercado (Bakshi y Kapadia, 2003).

Una de las herramientas que permite proyectar el comportamiento del riesgo asumido es la volatilidad, la cual también tiene un comportamiento a lo largo de su cálculo, a través de la volatilidad de la volatilidad.

La volatilidad de la volatilidad del mercado es un factor de riesgo significativo que afecta a los rendimientos de los índices y de las opciones de índice de volatilidad, más allá de la volatilidad en sí misma. Además, la volatilidad y la volatilidad de la volatilidad predicen significativamente de manera negativa los futuros pagos de las opciones con cobertura delta. La evidencia sugiere que los riesgos de volatilidad y volatilidad de la volatilidad están conjuntamente valorados y capturan de una mejor forma el riesgo en los mercados a la baja (Huang, Schlag, Shaliastovich & Thimme, 2019).

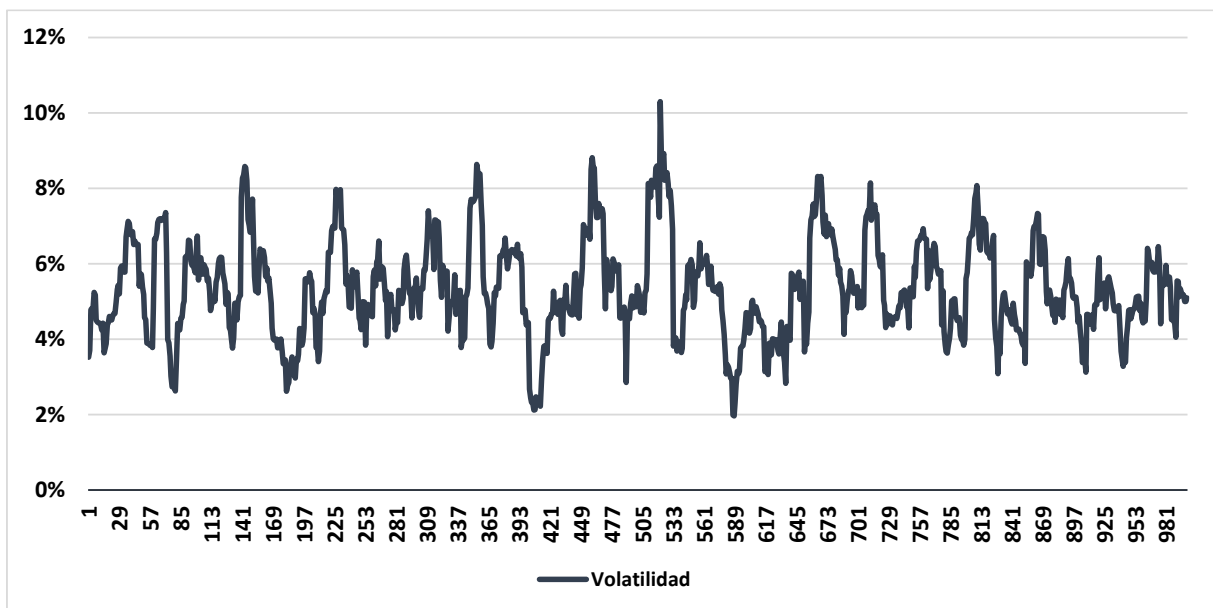
3. MARCO ANALÍTICO Y METODOLOGÍA

La metodología propuesta consiste en crear bandas de alerta de riesgo, las cuales permitirán dar una mayor información del comportamiento del riesgo de mercado implícita en el precio de las acciones estudiada a través de volatilidades, estas volatilidades son proyectadas por lo que sirven como herramienta de riesgo ex ante.

3.1. CREACIÓN DE BANDAS

La creación de las bandas de volatilidad nace a partir del estudio del comportamiento de la volatilidad, en la Figura 32 se observa como es el comportamiento aleatorio de mil observaciones de volatilidades.

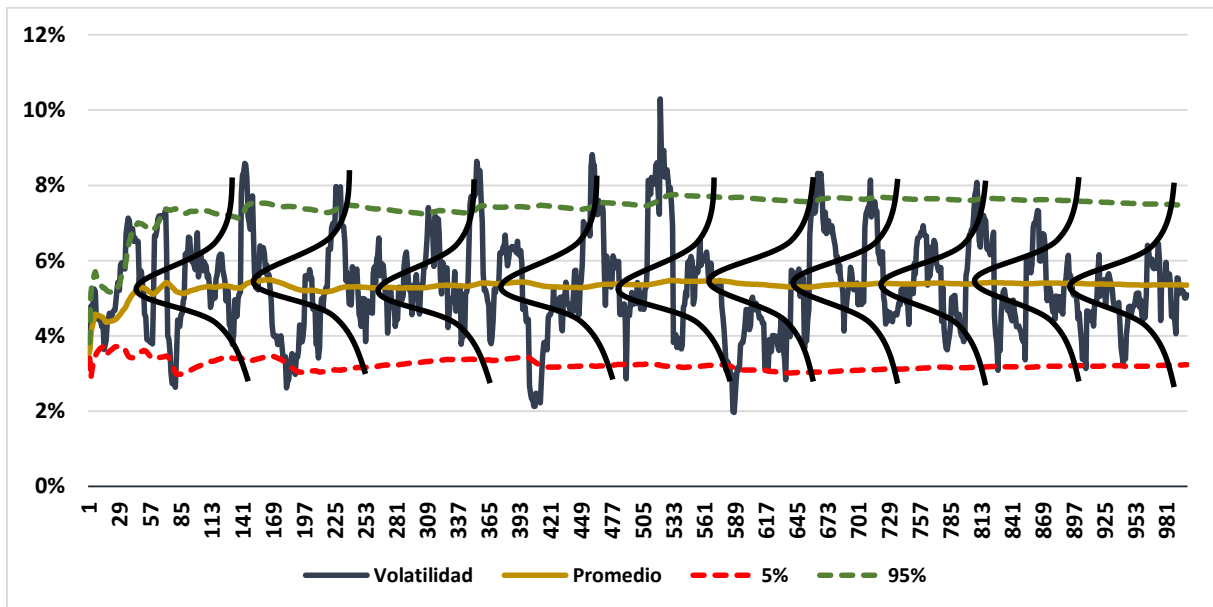
Figura 32. Volatilidad histórica simulada



Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar escenarios de alta y baja volatilidad, sin embargo, no se puede saber exactamente que se puede considerar como muy alto o bajo a lo largo de la serie, sobre todo si se analiza acciones muy volátiles, no se puede llegar a tener conclusiones concretas. Es por ello, que se plantea estudiar cómo se distribuye la volatilidad histórica a lo largo de la serie.

Figura 33. Bandas de volatilidad



Fuente: Elaboración propia

La Figura 33 muestra cómo es posible parametrizar la misma volatilidad de la figura anterior siguiendo una distribución normal a lo largo de la serie, esta distribución permite definir a través de niveles de confianza “bandas” con el fin de poder identificar que se considera una volatilidad muy alta y tomar medidas de alerta.

3.2. METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DE VOLATILIDAD

Entre los modelos para proyectar la volatilidad se encuentran los modelos se encuentran

3.2.1. Modelo de cotizaciones históricas

Se puede predecir de una forma sencilla en base a una volatilidad media de los días anteriores de mercado (promedio de rentabilidades).

Figura 34. Cálculo de volatilidad – cotizaciones históricas

$$\sigma_{t+1}^2 = \frac{1}{n} * \sum_{i=0}^n r_{t-i}^2$$

Fuente: Elaboración propia

La ventaja del modelo es su simplicidad operativa, sin embargo, todas las observaciones tienen el mismo peso sin tener en cuenta la magnitud o la antigüedad, lo que no es un modelo apropiado para las bandas.

3.2.2. Modelo Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)

Resuelve el modelo de cotizaciones históricas al no asignar el mismo peso a todas las variables. Utiliza un factor de persistencia de la volatilidad “ λ ” (entre 0 y 1).

Figura 35. Cálculo de volatilidad – modelo EWMA

$$\sigma_{t+1}^2 = \lambda * \sigma_t^2 + (1 - \lambda) * r_t^2$$

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Modelo GARCH

Modelo que utiliza la volatilidad de largo plazo, pondera la varianza pasada al igual que la perturbación. Los coeficientes del modelo son estimados a través técnicas econométricas de máxima verosimilitud.

Figura 36. Cálculo de volatilidad – modelo GARCH

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha * \sigma_t^2 + \beta * \varepsilon_t^2$$

$$\text{Donde: } \omega + \alpha + \beta \cong 1$$

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Metodología de proyección elegida

Un conjunto de series de tiempo de rendimiento seleccionadas de tasas de cambio FX, índices de acciones, acciones y materias primas se utilizaron para validar que, en términos generales, las series reales provienen de escenarios volatilidad moderada donde los pronósticos de EWMA son confiablemente precisos. La estructura robusta de EWMA parece contribuir a una mayor precisión en la predicción que el modelo GARCH, que es más flexible. (Ding & Meade, 2010).

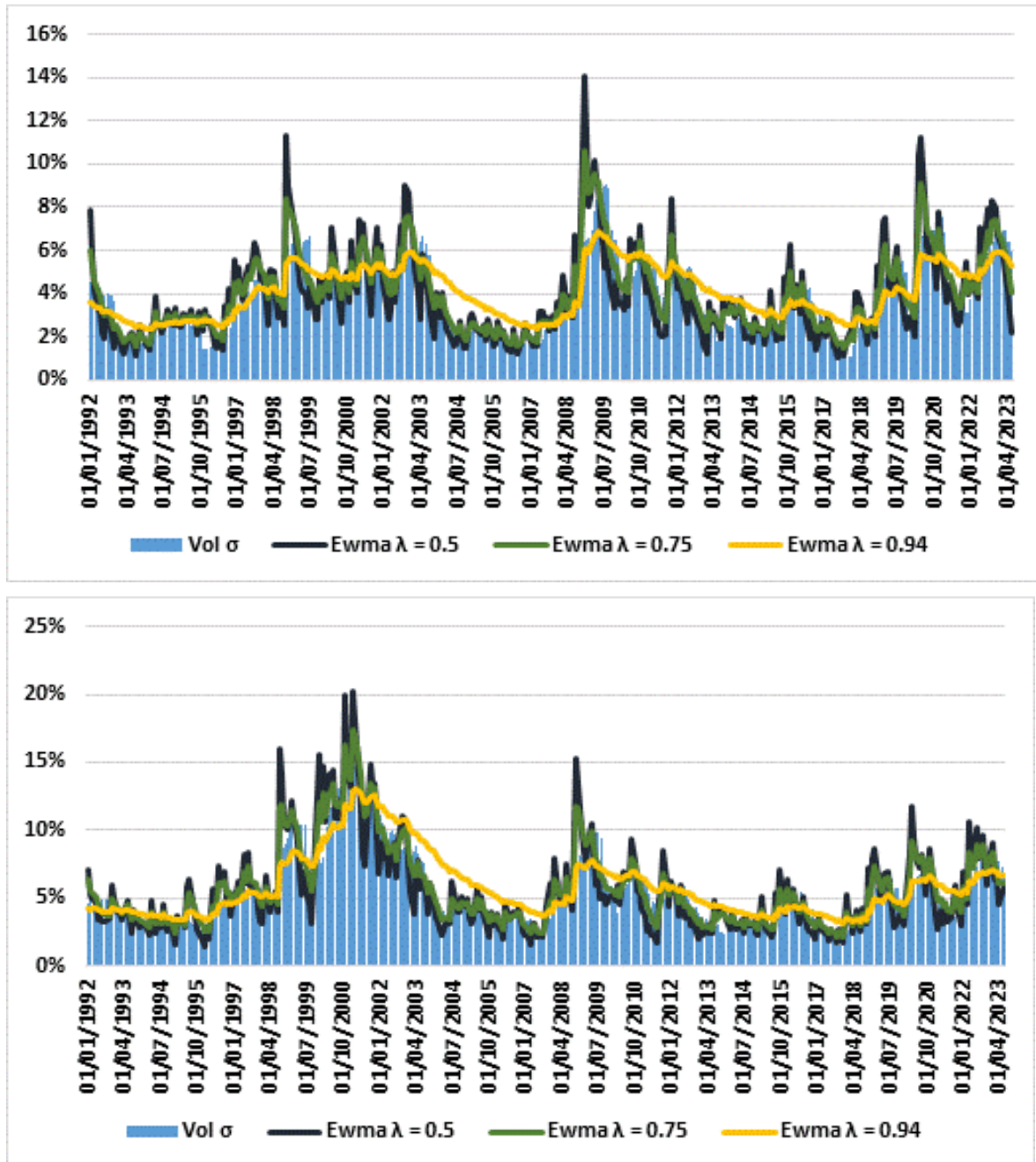
Dado que buscamos una mejor precisión en el comportamiento ex ante de la volatilidad, la metodología utilizada en la creación de bandas será la metodología de volatilidades EWMA.

La ventaja de la metodología EWMA es que permite obtener un cálculo con poca cantidad de datos, para actualizar el estimado de la volatilidad en cualquier punto solo se necesita un estimado previo de la varianza y el retorno más reciente.

Uno de los objetivos del EWMA es rastrear cambios en la volatilidad, para valores pequeños de λ , la información reciente afecta el estimado de inmediato, mientras que para los λ

cercanos a uno, el estimado cambia lentamente. Para la elección del λ en el cálculo de las volatilidad EWMA en el desarrollo de las bandas es importante analizar cual nos aporta un mayor poder de predicción ex ante, la Figura 37 muestra los resultados para los tres λ en evaluación.

Figura 37. Volatilidad EWMA ajustado por diferentes λ para S&P 500 y NASDAQ



Fuente: Elaboración Propia

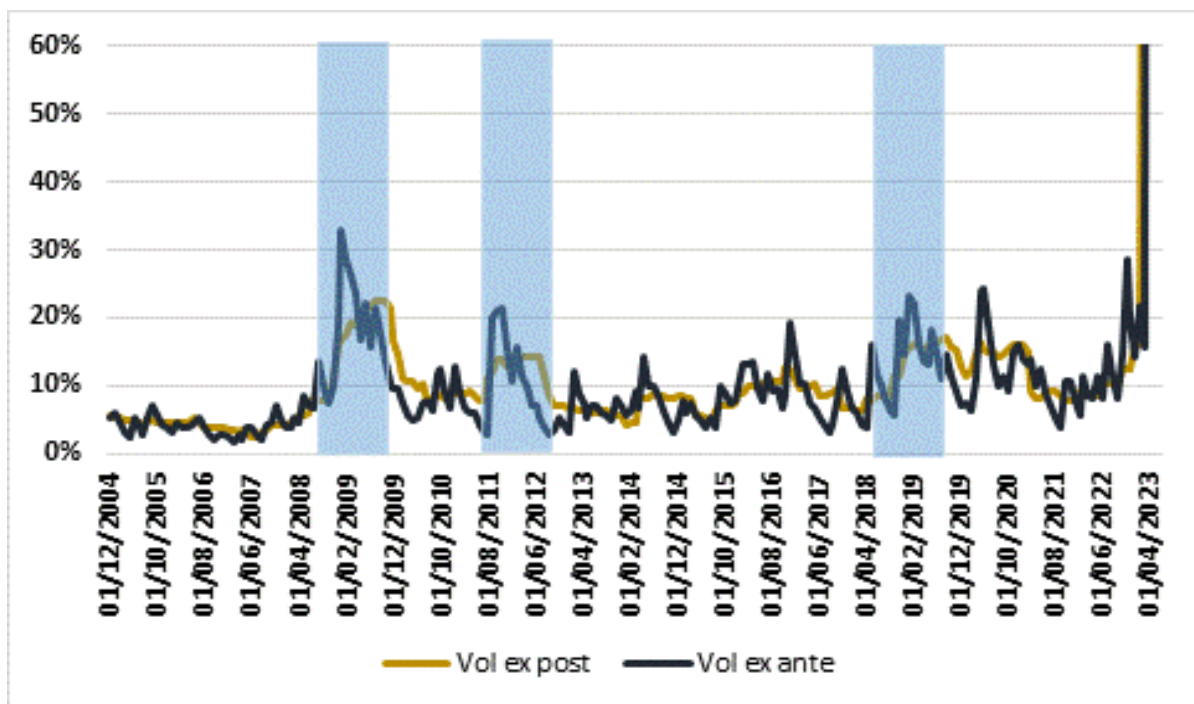
En la Figura 37 se observa como un $\lambda = 0.5$ nos da una predicción más adelantada de la volatilidad sin perder el comportamiento de escenarios de altas y bajas volatilidades para

ambos índices de mercado utilizados, cabe indicar que no se castiga más el lambda sino se pierde la volatilidad histórica acumulada y no permitiría discriminar los escenarios donde la volatilidad acumulada es mayor por un periodo de tiempo. Por lo mencionado, el lambda utilizado en el cálculo de la volatilidad EWMA será de 0.5.

3.2.5. Metodología ex post vs ex ante

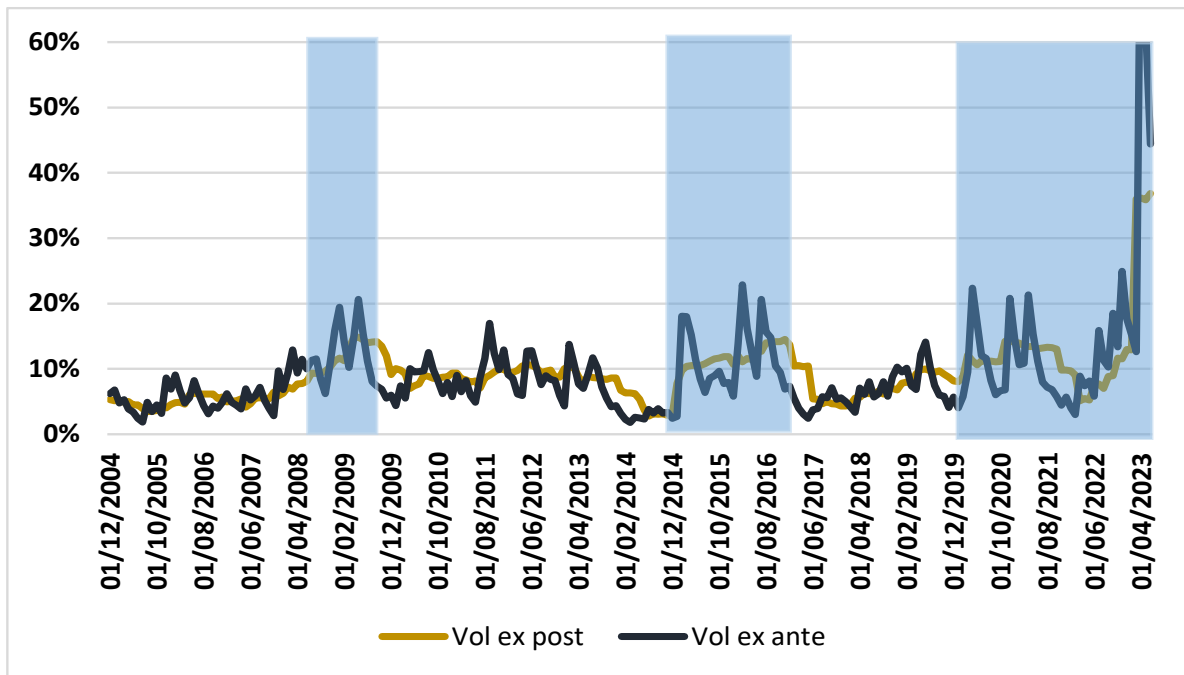
Tras la elección del parámetro lambda es importante contrastar la volatilidad ex post con la ex ante, para ver el nivel de aporte de la volatilidad ex ante como medida de prevención de riesgo, por lo que se presenta gráficamente las volatilidades de dos de las principales empresas analizadas para comparar el comportamiento de la volatilidad histórica.

Figura 38. Volatilidad histórica ex post vs. ex ante SVB



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39. Volatilidad histórica ex post vs. ex ante Credit Suisse



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 38 y 39, la volatilidad ex ante de ambas empresas muestra un adelanto de los máximos de la volatilidad ex post resaltado en las zonas sombreadas de celeste, utilizar una volatilidad ex ante nos permitirá tener un indicador adelantado de riesgo que contribuirá con un mejor manejo en la gestión de riesgos.

3.3. METODOLOGÍA DE BANDAS DE VOLATILIDAD

Las bandas se desarrollarán a través de volatilidades EWMA, se asume que las volatilidades acumulativas tienen un comportamiento normal, y al ser penalizadas por desviaciones estándares es posible crear diferentes bandas históricas de acuerdo con la aversión al riesgo del inversionista (cambios en el nivel de confianza).

Para el cálculo de las bandas primero debemos calcular los retornos históricos mensuales del activo o cartera de la siguiente forma:

Figura 40. Cálculo de los retornos

$$\text{Retorno } (R) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Fuente: Elaboración Propia

Luego se utilizan los retornos calculados para estimar la volatilidad muestral utilizando una ventana de 12 meses.

Figura 41. Cálculo de la volatilidad

$$Volatilidad_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

Fuente: Elaboración Propia

Al estimar la volatilidad histórica se utiliza para estimar la volatilidad proyectada aplicando la metodología EWMA (utiliza la volatilidad y retorno del periodo anterior).

Figura 42. Cálculo de la volatilidad EWMA

$$Volatilidad_{EWMA,t} (VE) = Volatilidad_{LP} + \lambda VE_{t-1} + \beta R^2$$

$$Donde: \lambda + \beta = 1$$

Fuente: Elaboración Propia

Para la creación de bandas de volatilidad estamos asumiendo que la volatilidad de la volatilidad histórica tiene un comportamiento normal. Cada banda que se crea será ajustada con un valor crítico asociada al nivel de confianza de acuerdo con un nivel de riesgo en la siguiente tabla:

TABLA 1. Valores críticos de las bandas de volatilidad

Nivel de Riesgo	Nivel de Confianza	Valor Crítico (Z)	Descripción de valores superior a la banda
Muy alto Riesgo	99.9%	3.090	- Escenario de posible crisis económica. - Entidades entrando a una zona muy peligrosa si es que la volatilidad se mantiene por encima de la banda por un periodo extenso (posible bancarrota).
Alto Riesgo	95%	1.644	- Alerta de un posible deterioro del índice o acción. - Posible escenarios próximos de grandes pérdidas.

Moderado Riesgo	85%	1.281	<ul style="list-style-type: none"> - Alerta de seguimiento del indicador de volatilidad, posibles subidas de volatilidad. - Nivel de riesgo moderado.
--------------------	-----	-------	---

Fuente: Elaboración Propia

Los valores críticos de la Tabla 1 son aplicados para cada nivel de riesgo descrito en la creación de bandas, se utilizan para la creación de tres bandas que nos servirán para clasificar el nivel de riesgo de la cartera o activo analizado y poder visualizar como se encuentra la volatilidad vigente frente a la bandas creadas.

Figura 43. Cálculo de las bandas de volatilidad

$$Banda_{t,z} = \overline{VE}_{acum} + Z \sigma_{VE}$$

Fuente: Elaboración Propia

Se estima que las bandas aplicadas a los índices asociados a las crisis en estudio podrían haber sido utilizadas para alertar escenarios con altas pérdidas. Asimismo, es de utilidad de una mejor gestión de riesgos de empresas que pueden estar cercanas a la bancarrota.

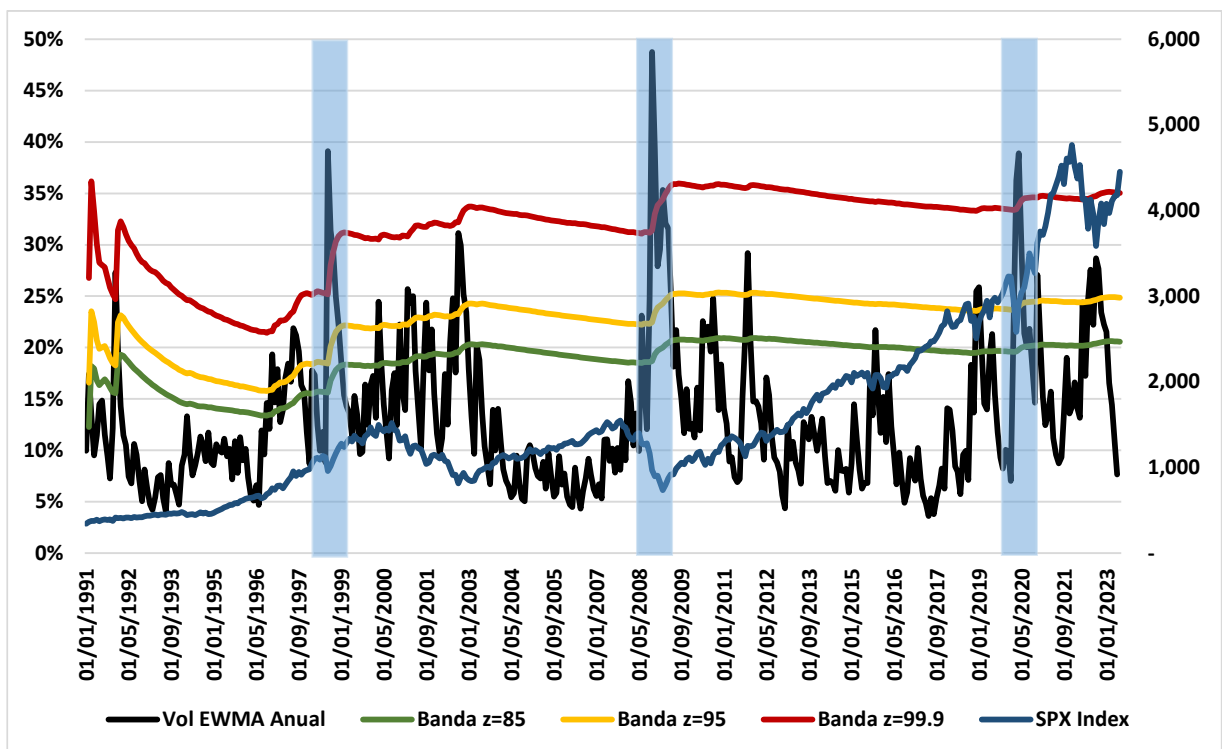
4. ANALISIS DE RESULTADOS

Las bandas de volatilidad permiten poner límites que sirven en la gestión del riesgo. El análisis de las bandas se realizó en los siguiente índices y acciones de las empresas en estudio:

4.1 Bandas de Volatilidad - Análisis de Índices en las Crisis Financieras

Cada uno de los índices de las principales economías en crisis será analizado para visualizar la eficacia de las bandas de volatilidad como indicador adelantado y ver su comportamiento previo a los escenarios de crisis, las bandas creadas corresponden a los valores críticos mencionados en la Tabla 1.

Figura 44. Bandas de volatilidad aplicadas a S&P 500



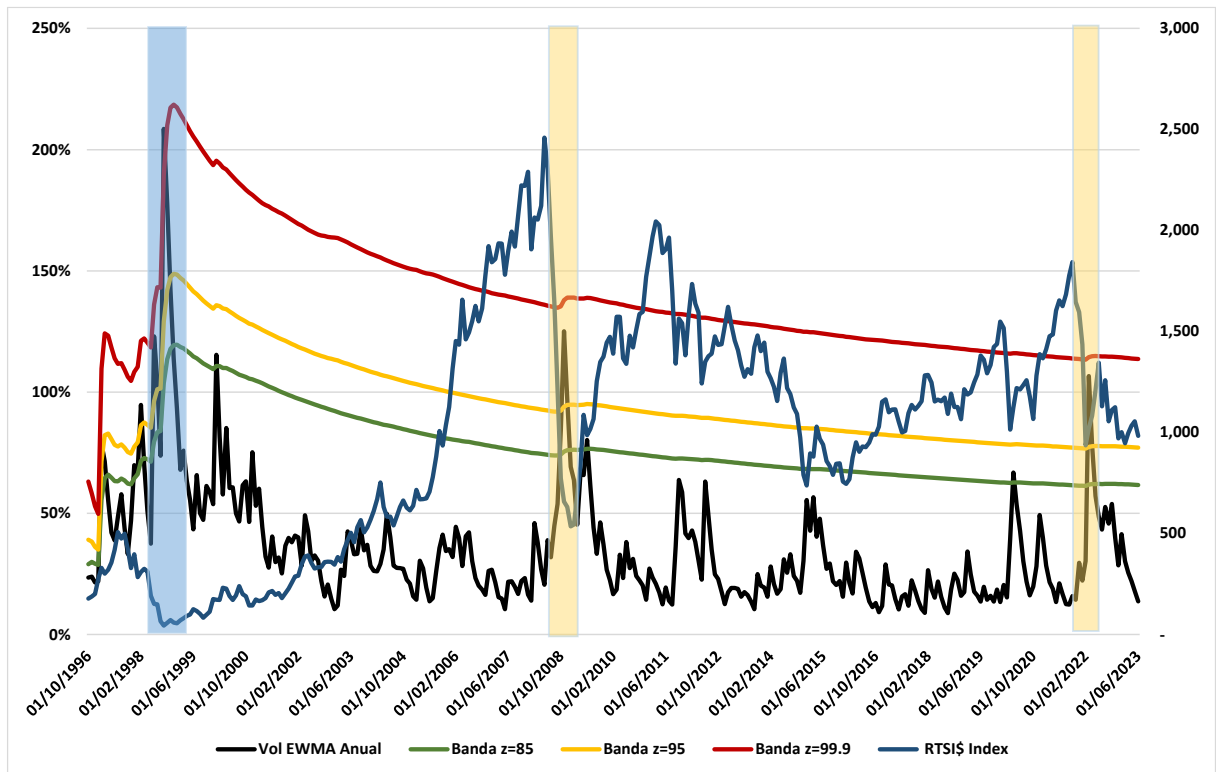
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 44 se observa el comportamiento de la volatilidad EWMA en los últimos 30 años, al lado de las tres bandas de volatilidad planteadas. En las zonas sombreadas de celeste se ubican las fechas en las que la bandas capturan los escenarios de crisis que ha sufrido el mercado americano, entre ellas las crisis del punto-com a finales de 1999, la crisis financiera del 2008 y el covid19 del 2020.

Asimismo, las bandas sirven como predictor de corto plazo de escenarios negativos para el índice, en el gráfico se observa que luego de que la volatilidad EWMA anual supera la banda

roja ($z=99.9\%$) seguidamente vienen caídas, por su parte, en los escenarios que supera la banda amarilla ($z=95\%$) nos encontramos en escenarios de alto riesgo, lo que indica mantenerse alerta en el comportamiento del índice.

Figura 45. Bandas de volatilidad aplicadas a RTSI\$

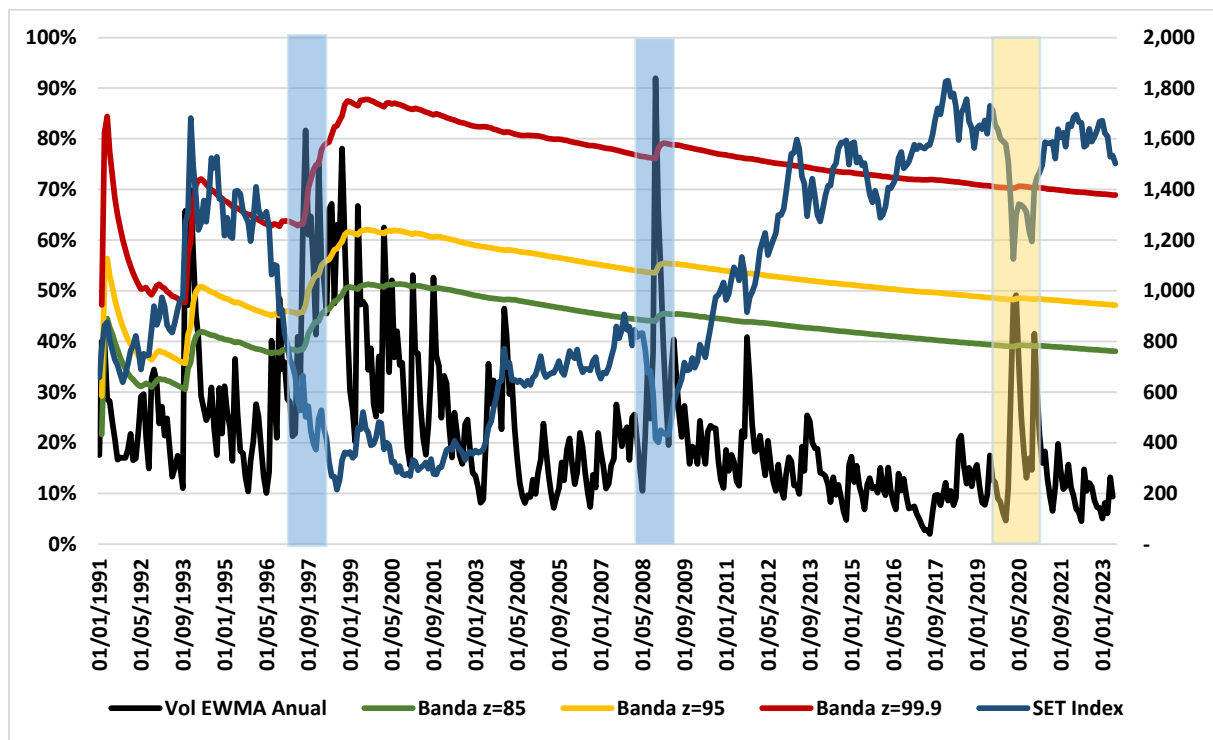


Fuente: Elaboración Propia

Por su parte, en la Figura 45 muestra el comportamiento del principal índice del mercado ruso, donde se observa que la volatilidad EWMA estimada al cruza la banda roja en el año 1998, año de la crisis del vodka, actuando como medida de alerta a la crisis financiera mencionada.

La volatilidad del periodo 1998 fue tan grande que hace que las bandas de volatilidad de los siguientes periodos sean más exigentes al momento de catalogar el riesgo como moderado, alto o muy alto. Se observa aumentos fuertes de volatilidad en el 2008 y 2021, ambas fechas correlacionadas a la crisis financiera y la guerra con Ucrania, respectivamente, sin embargo, ambos escenarios no generaron tanta volatilidad como la crisis de 1998.

Figura 46. Bandas de volatilidad aplicadas a SET



Fuente: Elaboración Propia

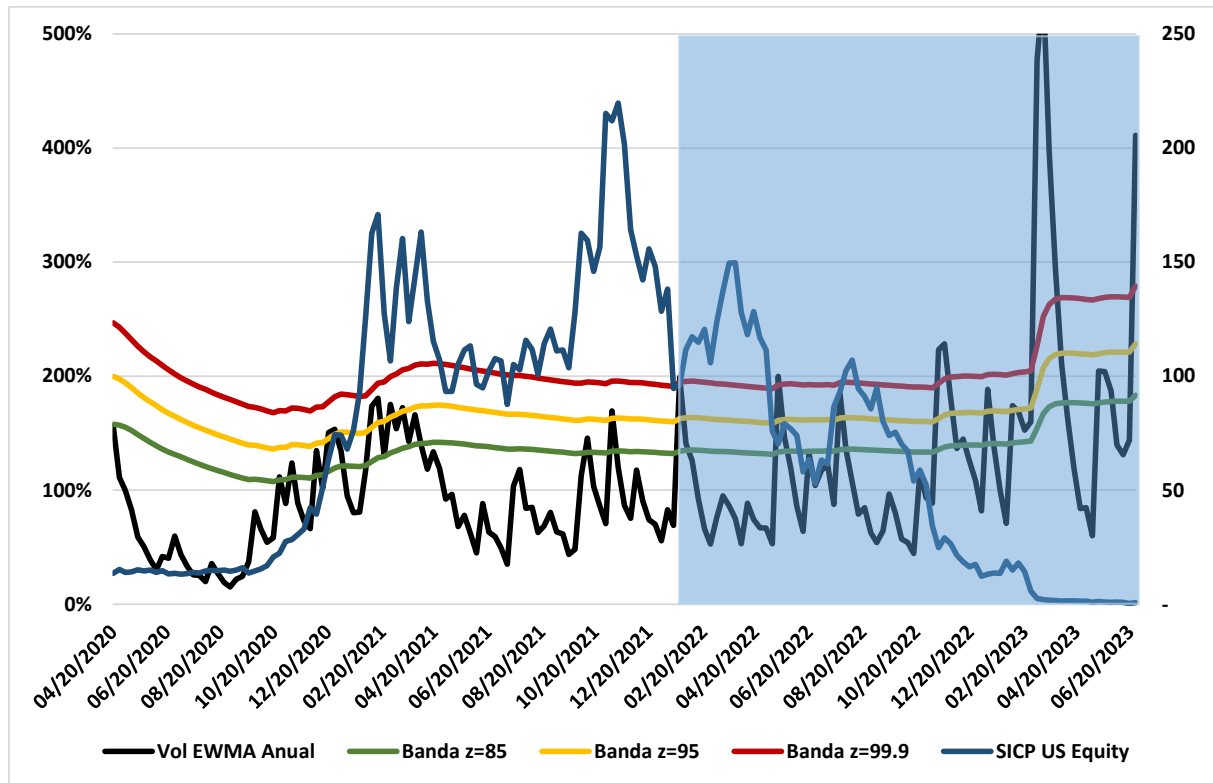
En la Figura 46 se observa el comportamiento de la volatilidad del índice de la bolsa de Tailandia, la volatilidad EWMA cruza la banda de volatilidad más rigurosa (banda roja) en las crisis financiera asiática de 1997 y en la crisis financiera de 2008, alertando posibles bajas del índice. El comportamiento usual de la volatilidad del índice se encuentra por debajo de la banda menos rigurosa, lo que indica que futuros escenarios volátiles serán capturados por las primeras bandas, como es el caso del COVID-19, donde la volatilidad EWMA alcanza la banda amarilla.

4.2 Bandas de Volatilidad - Análisis de Empresas

Entre las empresas más destacadas que cayeron en bancarrota en el 2023 se encuentran Silvergate Capital Corporation, Silicon Valley Bank, Bed Bath & Beyond Inc., Corp., Cyxtera Technologies, Inc., Credit Suisse y Lordstown Motors. En todos estos casos el mercado capturó rápidamente las noticias que afectaban de forma negativa la acción, esta información a través del precio es reflejada en la estimación de la volatilidad EWMA, por lo que los signos de alta volatilidad ya señalaban que las empresas tenían problemas internos y que en cualquier momento podían caer en bancarrota.

Lo importante en el análisis es que estas bandas de volatilidad nos den señales de alerta de muy alto riesgo para poder salir de la posición antes de perder todo el dinero invertido. Como se observa en las siguientes figuras la zona celeste refleja desde cuando ya se mostraban señales de peligro para los inversionistas de estas acciones mencionadas utilizando la metodología de bandas de volatilidad.

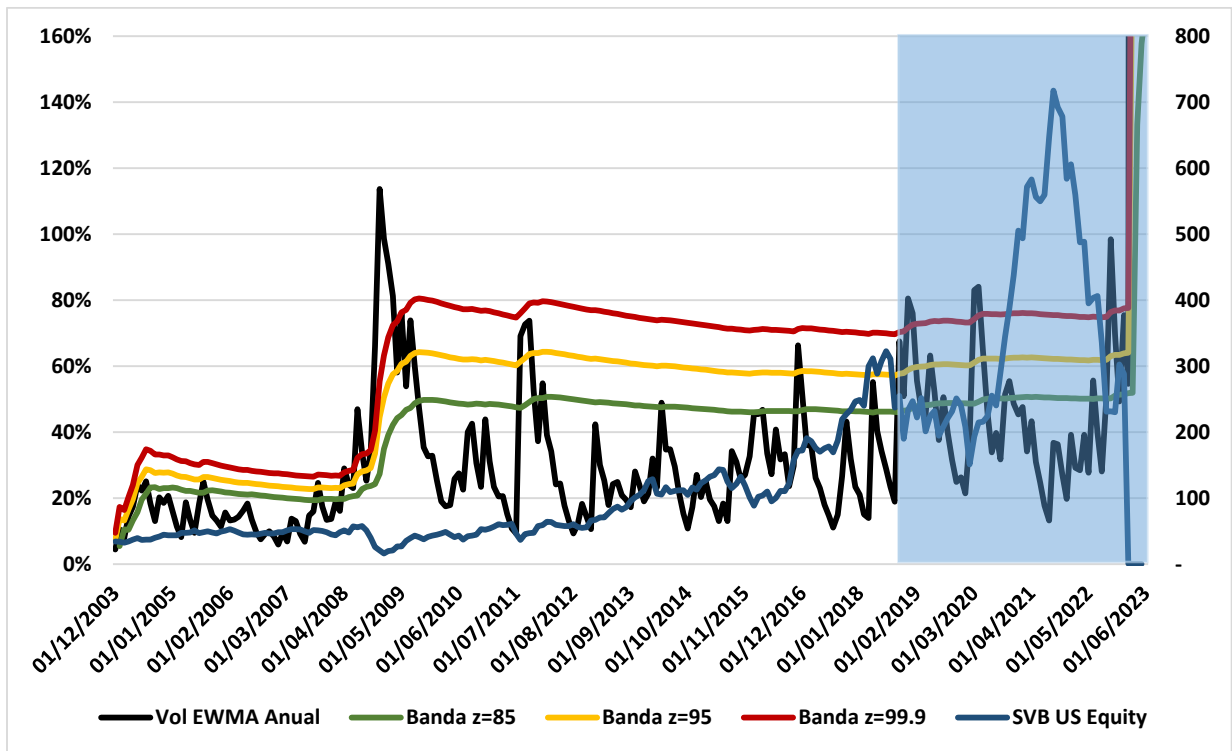
Figura 47. Bandas de volatilidad aplicadas a Silvergate Capital Corporation (SICP)



Fuente: Elaboración Propia

En el caso de Silvergate, mantiene un volatilidad muy alta en todo el periodo, de por si es una acción riesgoso y al momento que la volatilidad ex ante cruza la banda de volatilidad más rigurosa a inicios del 2022 ya indicaba signos de alerta de muy alto riesgo de la acción. Un uso adecuado de las bandas de volatilidad hubiera podido disminuir los costos financieros de un inversionista al ayudar mitigar el riesgo reduciendo la posición en los momentos adecuados.

Figura 48. Bandas de volatilidad aplicadas a Silicon Valley Bank (SVB)

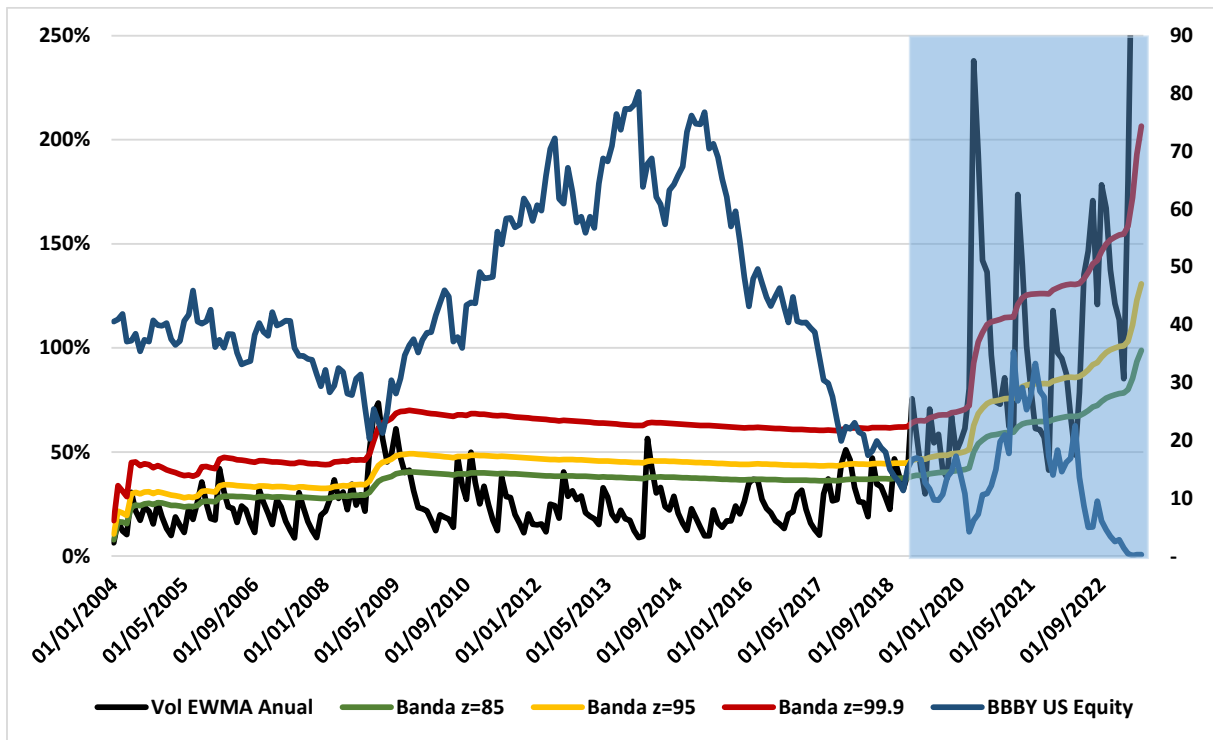


Fuente: Elaboración Propia

SVB quebró debido a que la gerencia del banco no gestiono de forma efectiva el riesgo de tasas de interés y riesgo de liquidez, luego el banco sufrió una corrida bancaria en un periodo muy corto, lo cual no fue suficiente para obtener los fondos requeridos. Los fondos utilizados liquidaron a valores muy por debajo de los que tenía contabilizado.

En la Figura 48, muestra que, a lo largo de los años de análisis, la volatilidad EWMA del SVB mostraba escenarios de alto nivel de riesgo, como la de la del periodo de crisis financiera del 2008, sin embargo, gran parte de la percepción de riesgo fue sistemático. Luego del 2008 la volatilidad EWMA de la acción disminuyó la gran parte de tiempo, junto a cortos periodos en la que la acción presentaba ciertos escenarios de alerta. La volatilidad EWMA ya enviaba alertas desde el 2019, donde cruza la banda roja (banda de muy alto nivel de riesgo) lo que anunciaba futuros deterioros de la acción.

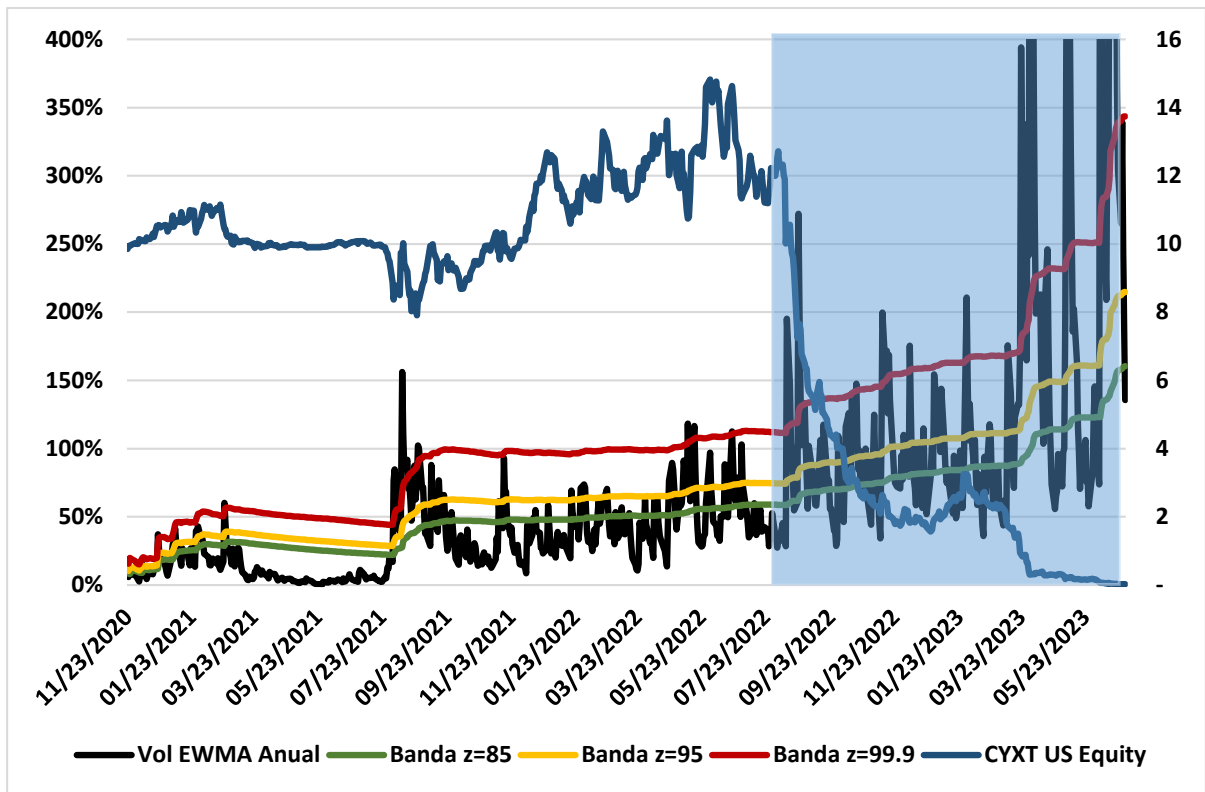
Figura 49. Bandas de volatilidad aplicadas a Bed Bath & Beyond Inc. (BBBY)



Fuente: Elaboración Propia

BBBY quebró por problemas financieros por incumplimiento de préstamos, lo cual obligó al cierre de varias de sus tiendas, luego de varios despidos. En el periodo de análisis, las volatilidades EWMA de BBBY mostraron cierto nivel de riesgo, la volatilidad subía y bajaba sin en baja escala. En el 2008 fue la primera vez que sobrepasa la banda más rigurosa, sin embargo, fue algo sistemático. En el 2019, la volatilidad EWMA captura los escenarios de muy alto riesgo, lo cual va de cuando la empresa ya empezaba a tener problemas financieros internos.

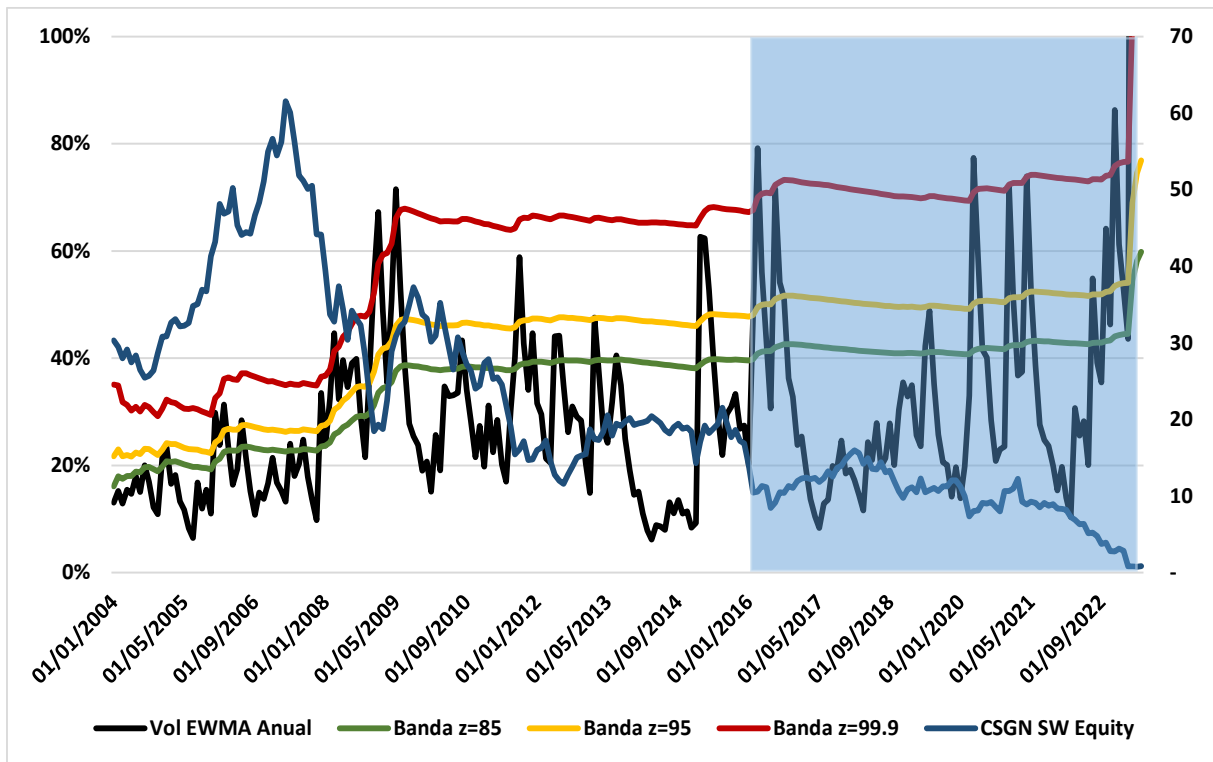
Figura 50. Bandas de volatilidad aplicadas a Cyxtera Technologies, Inc. (CYXT)



Fuente: Elaboración Propia

Cyxtera Technologies, Inc. quebró por problemas de pagos de vencimientos de sus deudas y una fuerte crisis de financiación. La Figura 50 muestra que la volatilidad EWMA de CYXT es muy cambiante en todo el periodo. Entre el 2020 y 2022 la volatilidad muestra signos de alerta ante un retorno muy cambiante en el periodo. A mediados de 2022, la volatilidad EWMA cruza la banda de volatilidad más rigurosa de forma explosiva indicando inestabilidad de la acción, lo que nos da tiempo de actuar para poder minimizar las pérdidas ante una fuerte caída imparabale. La empresa entra en estado crítico a inicios del 2023, donde la volatilidad llega a niveles muy altos.

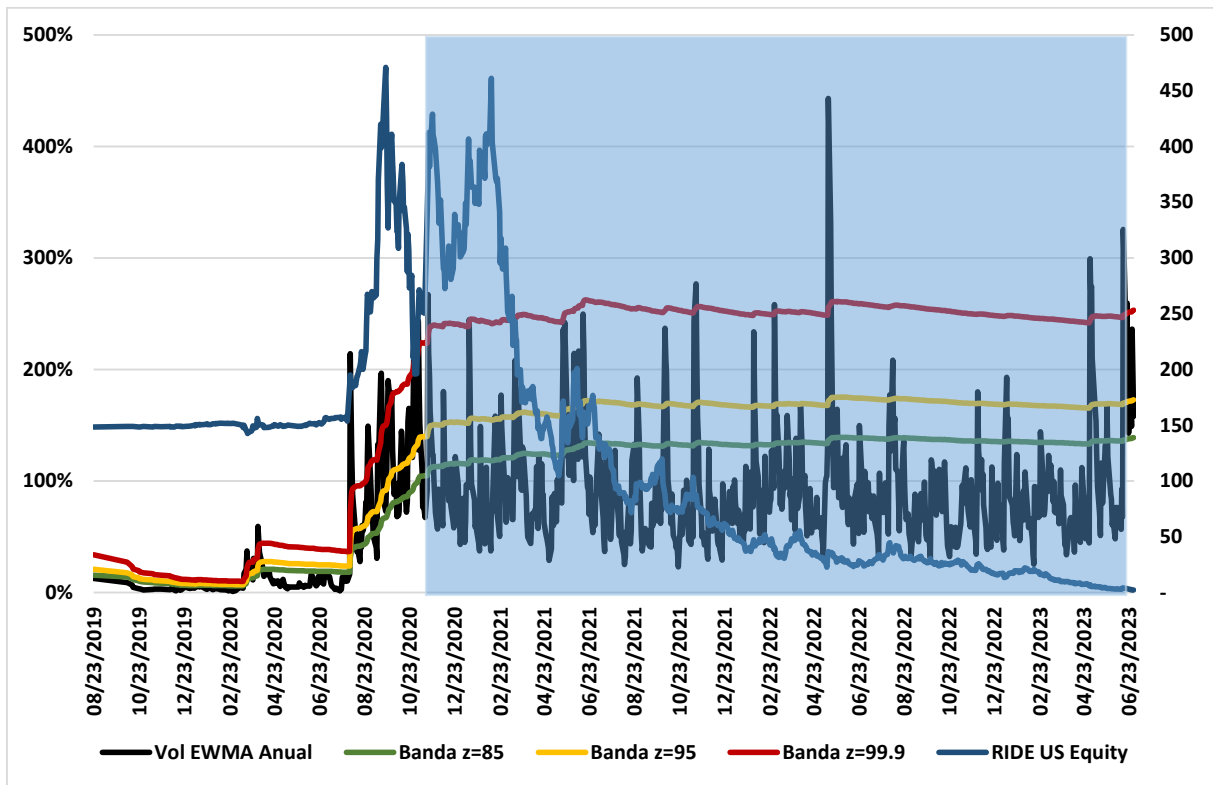
Figura 51. Bandas de volatilidad aplicadas a Credit Suisse (CSGN)



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 51 se ve que Credit Suisse venía arrastrando una alta volatilidad desde la crisis 2008, el banco vuelve a tener un alta volatilidad por los escándalos del 2016, las bandas de volatilidad ya estaban alertando dificultades por mostrar varios excesos. La volatilidad EWMA empieza a explotar cuando se acerca el evento de crisis del banco en 2023, previo a la venta forzada de toda la entidad. Los signos de alerta ante excesos sobre las bandas de volatilidad proveen información complementaria a la coyuntura de Credit Suisse. Cada uno de los excesos se encuentra relacionado a las noticias que implicaban los resultados negativos de la institución.

Figura 52. Bandas de volatilidad aplicadas a Lordstown Motors Corp. (RIDE)

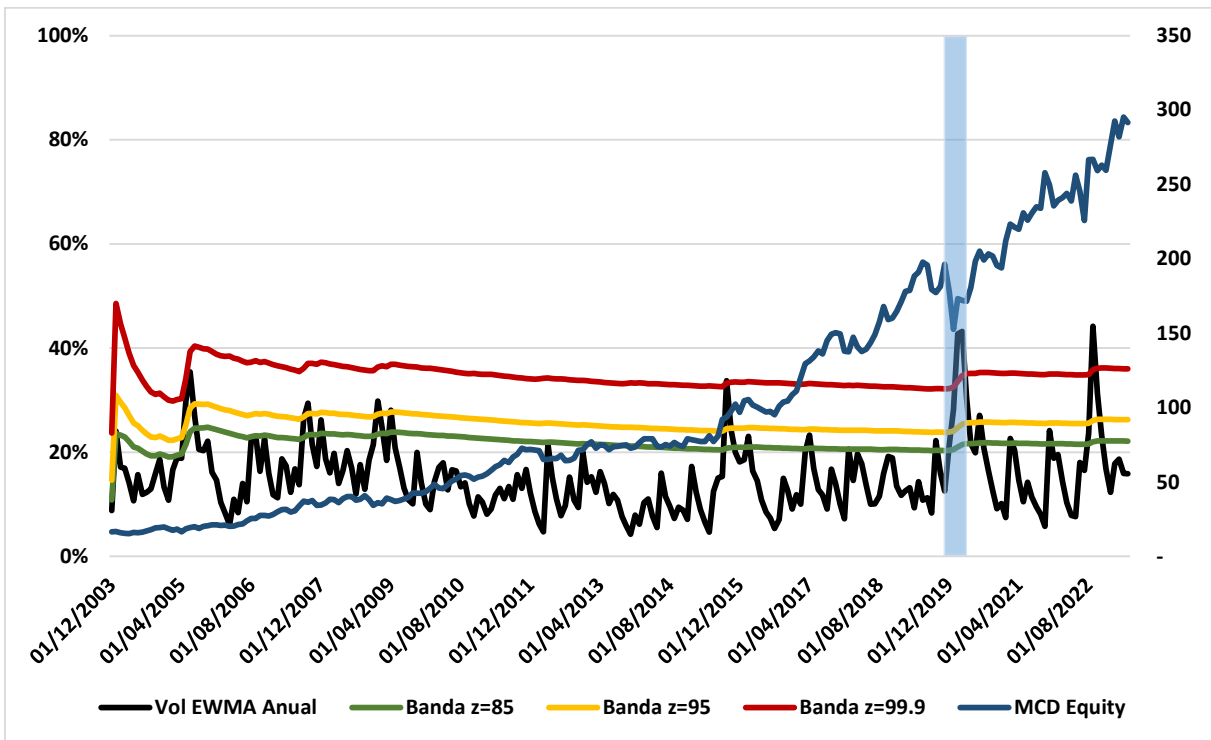


Fuente: Elaboración Propia

Lordstown Motors Corp. se declaró en quiebra luego de conocerse que su principal accionista no cumplió con el acuerdo de inversión en la compañía. El principal accionista contaba con poco más del 20% de la compañía. La volatilidad EWMA de la empresa rompe las bandas de volatilidad de muy alto riesgo desde el 2020, llegando a su pico mediados del 2022, lo que indicaban señales de peligro.

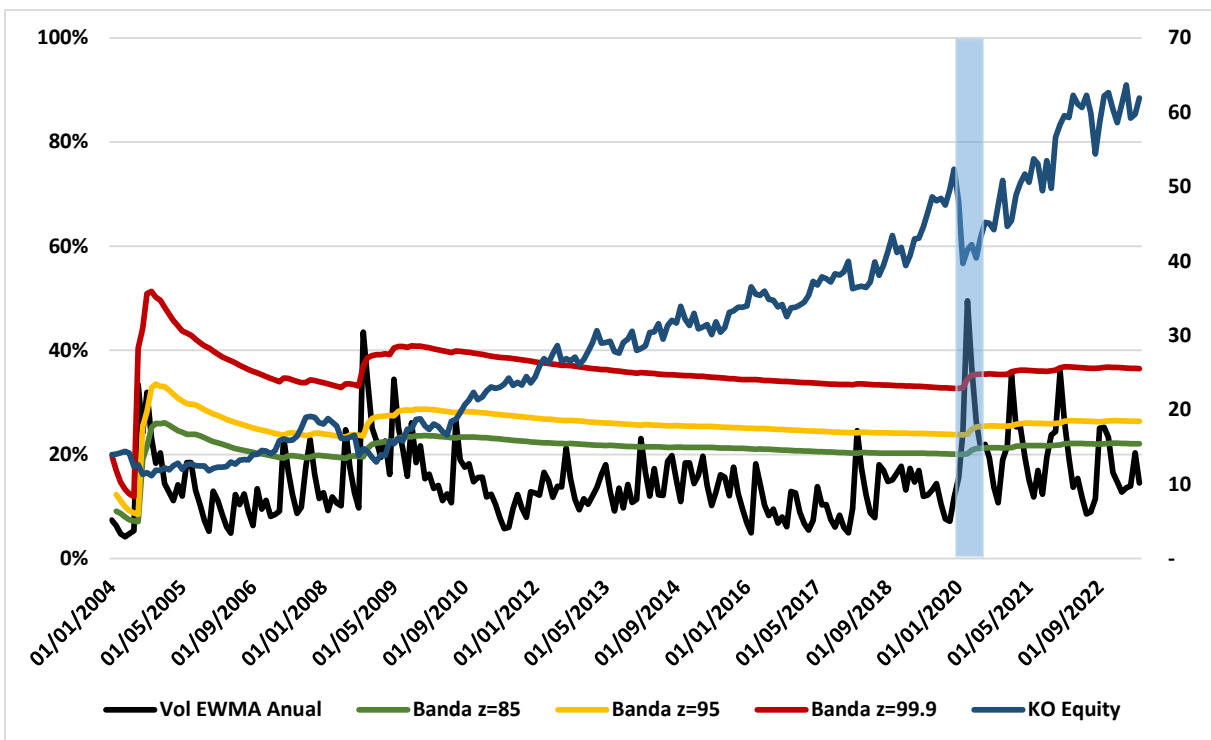
En la Figura 53 y 54 se analizan dos de las más grandes compañías del mercado norteamericano, como contrapartida de las acciones que sufrieron una pérdida de valor total, estas compañías solo han superado las bandas de alerta en escenarios donde el riesgo era global (riesgo sistemático), en la gran mayor parte del tiempo el comportamiento de la volatilidad EWMA se encuentra en su gran mayoría por debajo de la primera banda, lo cual nos indica una inversión con un riesgo moderado.

Figura 53. Bandas de volatilidad aplicadas a McDonald's Corporation (MCD)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 54. Bandas de volatilidad aplicadas a The Coca-Cola Company (KO)

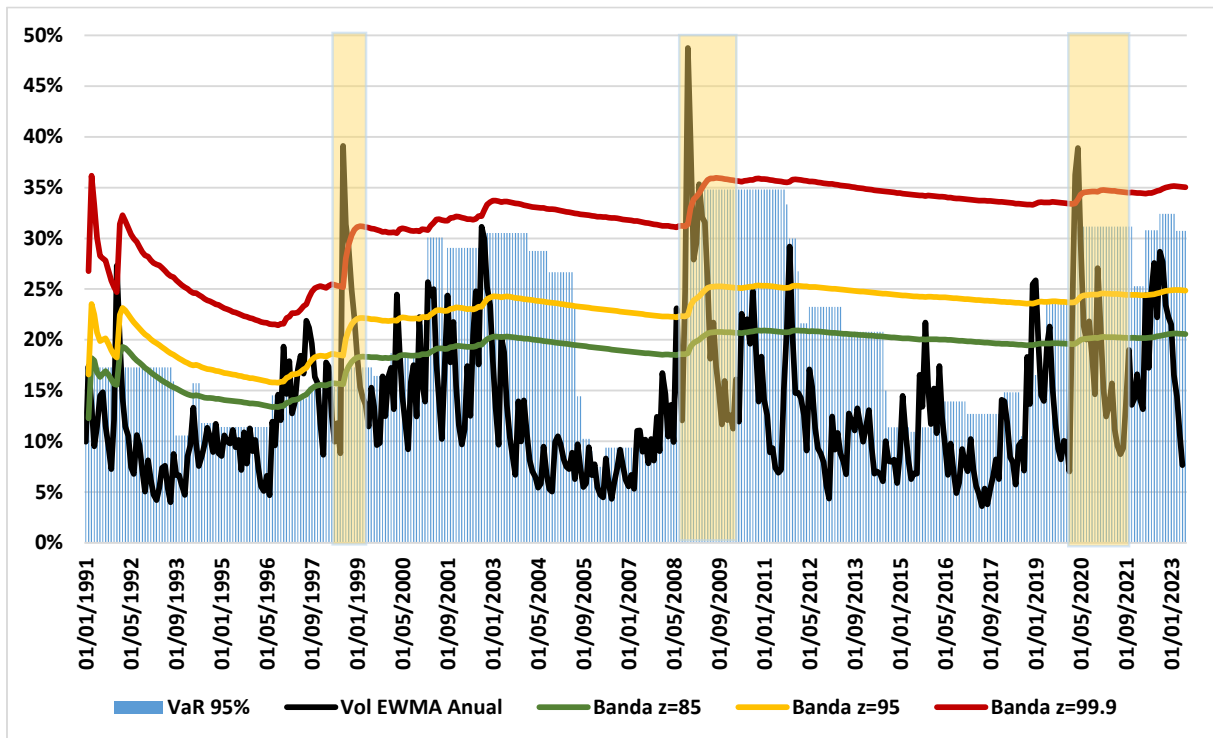


Fuente: Elaboración Propia

4.3 Bandas de Volatilidad vs VaR

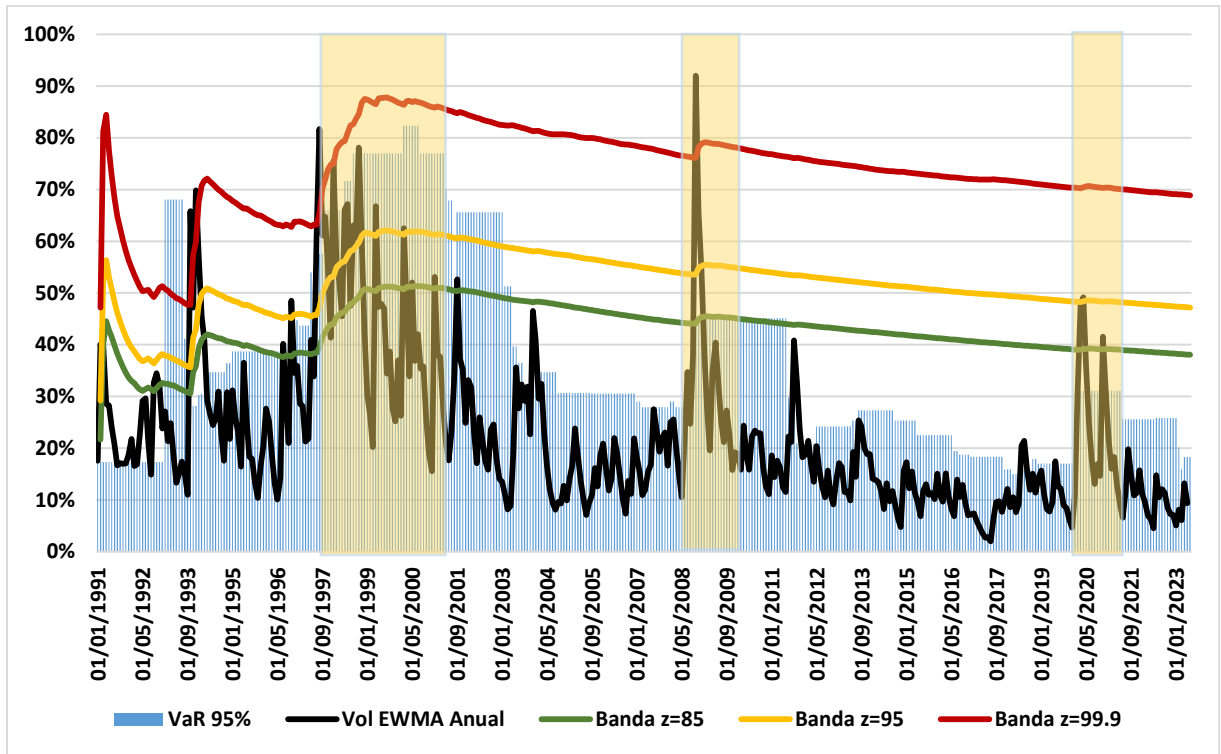
La metodología del VaR muestra como resultado la máxima pérdida esperada cuantificable, la cual se mide con frecuencia para darle seguimiento al portafolio, la introducción de bandas de volatilidad acompaña al VaR como indicador de predicción del comportamiento del VaR en fechas futuras. El trabajo conjunto entre el VaR y las bandas puede ser de mayor utilidad en la gestión del riesgo.

Figura 55. Bandas de volatilidad vs VaR del S&P



Fuente: Elaboración Propia

Figura 56. Bandas de volatilidad vs VaR del SET



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 55 y 56 se analiza el comportamiento tanto del VaR como las bandas de volatilidad y se encuentra que en la zona resaltada donde la volatilidad EWMA cruza la banda roja el VaR aumenta en los periodos posteriores. Esta información sirve como complemento en las alertas de riesgo dentro de la estrategia de mitigación de riesgo. Un buen uso de indicadores de riesgo de forma paralela a las bandas de volatilidad creará mayor eficacia al momento de monitorear los riesgos de un portafolio. Las medidas de riesgos son complementarias, cada una de ellas refuerza la percepción que uno puede tener al darle seguimiento de mercado a un indicador o acción.

5. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las medidas de riesgo de mercado son importantes para el seguimiento del riesgo de las carteras, sin embargo, muchos de ellos son calculados para el periodo realizado, es de importancia estimar medidas que proyecten el riesgo para poder tener una mayor oportunidad ejecución de acciones.

Las bandas construidas en base a las volatilidades EWMA proyectadas permiten tener una herramienta adicional para la gestión de riesgo, mientras más estrictos seamos en la creación de la banda tendremos una mayor percepción de un alto riesgo. Cuando la volatilidad proyectada cruce la banda estaremos frente a un escenario donde el próximo periodo traerá perdidas en la cartera.

Cuando la volatilidad proyectada permanece de forma constante y muy por encima de la banda de mayor riesgo indica una posible crisis en la acción de la empresa analizada que cotiza en el mercado, las bandas nos dan una mayor información al analizar cada activo de forma individual. En el estudio, la banda más rigurosa ha podido predecir las crisis de las siguientes empresas para 2023: Silvergate Capital Corporation, Silicon Valley Bank, Bed Bath & Beyond Inc., Corp., Cyxtera Technologies, Inc., Credit Suisse y Lordstown Motors.

Las bandas de volatilidad permiten un seguimiento gráfico, lo que ayuda al gestor de riesgo visualizar escenarios poco comunes en el comportamiento de la volatilidad, si un activo permanece debajo de las bandas se encuentra en un escenario de estabilidad, caso contrario si explota de forma exponencial es una señal de peligro.

Es recomendable usar las bandas de volatilidad acompañada de indicadores de riesgo que cuantifiquen las posibles pérdidas para conocer la magnitud monetaria de pérdida. Las bandas complementan el uso del VaR de la cartera, dado que el VaR cuantifica la máxima pérdida posible dado un nivel de confianza, valores de volatilidades proyectadas sobre las bandas más estrictas aumentan la probabilidad que ocurra excesos sobre el VaR.

Se recomienda contar con una buena cantidad de información histórica para que el uso de las bandas de volatilidad presente mejores resultados al momento de utilizarlas como signos de alerta de riesgo.

6. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Para la creación de las bandas de volatilidad es necesario contar con información de precios de las acciones o índices de mercados líquidos, las bandas creadas en mercados con baja liquidez no serían tan eficaces dado que la construcción de la volatilidad proyectada EWMA depende del comportamiento de retornos, siendo estos últimos la base de la información del activo. De igual forma, las bandas no podrían ser utilizadas en empresas privadas por falta de información.

Las bandas de volatilidad se utilizan como alerta de percepción de un mayor riesgo, sin embargo, al no contabilizar la magnitud de la posible pérdida, no es suficiente utilizarlo de forma individual, es necesario realizar un trabajo conjunto con otros indicadores que cuantifiquen las pérdidas y llegar a resultados más consistentes.

Pueden existir escenarios donde empresas solidas rompen la banda más estricta, lo que no significa necesariamente que la empresa este teniendo problemas internos, esto puede deberse a que la volatilidad del mercado también afecta la de la acción, es por ello que es importante revisar no solo la acción sino también el índice de mercado de la acción.

Al utilizar volatilidades históricas acumuladas en la construcción de las bandas, éstas serán sensibles mientras exista una mayor presencia de escenarios volátiles en el pasado, las bandas de volatilidad serán cada vez más rigurosas, por lo que es posible que un escenario de muy alta volatilidad sea capturado por una banda con menor rigurosidad.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, G. J., & Baptista, A. M. (2004). A comparison of VaR and CVaR constraints on portfolio selection with the mean-variance model. *Management science*, 50(9), 1261-1273.
- Baffes, J., & Nagle, P. (Eds.). (2022). *Commodity markets: evolution, challenges, and policies*. World Bank Publications.
- Bakshi, G., & Kapadia, N. (2003). Delta-hedged gains and the negative market volatility risk premium. *The Review of Financial Studies*, 16(2), 527-566.
- Campbell, J. Y. (1992). Intertemporal asset pricing without consumption data.
- Campbell, J. Y., & Hentschel, L. (1992). No news is good news: An asymmetric model of changing volatility in stock returns. *Journal of financial Economics*, 31(3), 281-318.
- Campbell, J. Y. (1996). Understanding risk and return. *Journal of Political economy*, 104(2), 298-345.
- Chen, J. (2002, May). Intertemporal CAPM and the cross-section of stock returns. In EFA 2002 Berlin Meetings Discussion Paper.
- Cornelius, P. K. (2011). *International investments in private equity: asset allocation, markets, and industry structure*. Academic Press.
- Ding, J., & Meade, N. (2010). Forecasting accuracy of stochastic volatility, GARCH and EWMA models under different volatility scenarios. *Applied Financial Economics*, 20(10), 771-783.
- Huang, D., Schlag, C., Shaliastovich, I., & Thimme, J. (2019). Volatility-of-volatility risk. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 54(6), 2423-2452.
- Jordan, B. D., & Riley, T. B. (2015). Volatility and mutual fund manager skill. *Journal of Financial Economics*, 118(2), 289-298.
- Jorion, P. (2003). Portfolio optimization with tracking-error constraints. *Financial Analysts Journal*, 59(5), 70-82.
- Kasman, S., Vardar, G., & Tunç, G. (2011). The impact of interest rate and exchange rate volatility on banks' stock returns and volatility: Evidence from Turkey. *Economic Modelling*, 28(3), 1328-1334.

Knop, R., Ordovás, R., & Vidal, J. (2004). Medición de Riesgos de Mercado y Crédito.

Korn, O., Möller, P. M., & Schwehm, C. (2022). Drawdown measures: Are they all the same?. *The Journal of Portfolio Management*, 48(5), 104-120.

Salinas Ávila, J. J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovar*, 19(34), 187-199.

Sekmen, F. (2011). Exchange rate volatility and stock returns for the US. *African Journal of Business Management*, 5(22), 9659.

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.