

**Aproximación a la aplicación de la teoría del valor en riesgo en un portafolio de acciones no  
cotizadas en la bolsa**

Trabajo de grado

Maestría en Administración Financiera

Diego Fernando Díaz Gómez

[ddiazgom@cafit.edu.co](mailto:ddiazgom@cafit.edu.co)

Asesor: Brayan Ricardo Rojas Ormaza

Universidad EAFIT

Medellín, 2023

## Contenido

Resumen .....	5
Abstract.....	5
Palabras clave.....	5
1. Introducción .....	6
2. Marco de referencia conceptual.....	9
2.1 Rentabilidad .....	10
2.2 Riesgo y volatilidad .....	11
2.3 <i>Sharpe ratio</i> .....	12
2.4 Portafolio.....	13
2.5 Valor en riesgo (VaR- <i>value at risk</i> ).....	14
2.5.1 Delta normal .....	14
2.5.2 Simulación histórica.....	14
3. Desarrollo de la metodología .....	16
3.1 Datos analizados .....	16
3.2 Normalización de los datos .....	17
3.3 Cálculo de rentabilidades .....	17
3.4 Cálculo del valor en riesgo (VaR) .....	23
3.4.1 Cálculo del VaR por el método delta normal.....	24
3.4.2 Calculo del VaR por el método de simulación histórica .....	26
3.4.3 Contraste de resultados y elección de un método de cálculo del VaR .....	27
3.4.4 Beneficios de la diversificación .....	28
3.5 Cálculo del <i>Sharpe ratio</i> .....	29
4. Conclusiones .....	31
5. Referencias.....	33

## Índice de gráficas

Gráfico 1. Rentabilidad de la acción 1 .....	19
Gráfico 2. Rentabilidad de la acción 2 .....	19
Gráfico 3. Rentabilidad de la acción 3 .....	20
Gráfico 4. Rentabilidad de la acción 4 .....	20
Gráfico 5. Rentabilidad de la acción 5 .....	21
Gráfico 6. Rentabilidad de la acción 6 .....	21
Gráfico 7. Rentabilidad de la acción 7 .....	22
Gráfico 8. Rentabilidad del portafolio .....	23

## Índice de tablas

Tabla 1. Cálculo del VaR Nivel de Confianza 95 %.....	25
Tabla 2. Cálculo del VaR Nivel de Confianza 99 %.....	26
Tabla 3. VaR Simulación Histórica Nivel de Confianza 95 %.....	27
Tabla 4. VaR Simulación Histórica Nivel de Confianza 99 %.....	27
Tabla 5. Comparación de resultados Var Delta Normal y Simulación Histórica Nivel de Confianza 95 % .....	27
Tabla 6. Comparación de resultados Var Delta Normal y Simulación Histórica Nivel de Confianza 99 % .....	28
Tabla 7. Correlación entre los rendimientos de las acciones .....	28
Tabla 8. Matriz de correlaciones .....	29
Tabla 9. <i>Sharpe ratio</i> .....	30

## Resumen

En este trabajo se aplican el concepto de *valor en riesgo* y el criterio de *Sharpe ratio* a un portafolio de acciones que no cotizan en las bolsas de valores, con el fin de encontrar la utilidad de una metodología de valoración basada en el valor intrínseco de las acciones. Se ponen en consideración las atipicidades propias de este tipo de inversiones y los métodos abordados para alinear la teoría financiera que supone que se opera bajo mercados perfectos. Además, se hacen adaptaciones y validaciones de la teoría en contraste con la realidad de los datos recolectados, para encontrar explicaciones fácticas a las desviaciones de los resultados. Finalmente, se encuentra cómo las teorías de mercados eficientes pueden aplicarse a mercados cerrados, con las debidas validaciones y adaptaciones, lo que resulta de gran utilidad para profesionalizar la gestión de estos portafolios de acciones.

## Abstract

This work seeks to apply the concepts of Value at Risk and the Sharpe Ratio criterion to a portfolio of shares that are not listed on stock exchanges, in order to find the usefulness of a valuation methodology based on the intrinsic value of the shares. The unusual characteristics of this type of investment are considered, as well as the methods used to align the financial theory that supposes that it operates under perfect markets. Likewise, adaptations and validations of the theory are made versus the reality of the data collected, finding factual explanations for the deviations of results. Finally, it is found how efficient market theories can be applied to closed markets with the proper validations and adaptations, being very useful to professionalize the management of these stock portfolios.

## Palabras clave

Valor en riesgo, valor intrínseco, *Sharpe ratio*, riesgo, rentabilidad, portafolio.

## 1. Introducción

Cuando se crea una empresa, se espera que produzca resultados positivos para los inversionistas, reflejados en las utilidades de cada ejercicio, y la posterior distribución como dividendos a los accionistas.

En una empresa que se dedique a invertir en otras empresas, por ejemplo un *holding* financiero, esta relación utilidad-dividendos puede no ser tan directa, porque su utilidad dependerá de los resultados de las empresas en las que se ha invertido.

Si además consideramos que tales inversiones se efectúan en empresas no cotizantes en la bolsa de valores, los resultados del inversor quedan irremediamente sujetos al desempeño financiero de las empresas en las que se invierte, y no a la eficiencia del mercado en la fijación de precios.

Los mercados bursátiles profundos, al fijar los precios de una forma eficiente, facilitan el análisis de rentabilidad-riesgo sobre los valores invertidos y propician la búsqueda de portafolios eficientes de acuerdo con la teoría financiera.

La teoría del portafolio, que fue presentada por primera vez por Harry Markowitz en 1952, explica que el riesgo de un activo individual no debe ser juzgado sobre la base de las posibles desviaciones del rendimiento que se espera, sino más bien en relación con su contribución marginal al riesgo global de un portafolio de activos. Según el grado de correlación de este activo con los demás que componen el portafolio, el activo será más o menos riesgoso (van Horne, 2003).

Para aplicar la teoría del portafolio a empresas no transadas en bolsas de valores, en el desarrollo de este trabajo aplicamos el valor intrínseco de las acciones como mecanismo equivalente a la fijación de precios para estimar la rentabilidad, la volatilidad y la correlación, como variables claves para determinar la eficiencia del portafolio invertido.

Este comentario general da pie para referirse a la existencia de una empresa creada en el 2005 y que inició sus actividades en el 2009, con la finalidad de invertir en el sector inmobiliario, comprando o construyendo, así como de tomar participación accionaria en otras compañías, convirtiéndose en un *holding* para varias empresas, pero sin la estructura organizacional adecuada para ejercer el control ni para medir de forma técnica los resultados de las empresas controladas. En esta búsqueda para estimar la eficiencia del capital invertido encontramos el reto de indagar cómo se puede medir sistemáticamente esta variable, a partir de los resultados de dichas empresas, determinando que los estados financieros emitidos periódicamente deberían ser la fuente de información para estimar el rendimiento del capital invertido, pues ninguna de ellas cotiza en la bolsa.

Bajo un modelo de medición basado en el valor intrínseco de cada acción, se requiere, previa normalización de los datos contables, encontrar valores estimados de rentabilidad, de tal forma que se pueda establecer un equivalente al riesgo de mercado de este portafolio. De esta manera, los resultados del estudio permitirán obtener mejores parámetros de decisión para la gestión de los activos financieros adquiridos, y desarrollar un modelo que mida técnicamente la exposición a pérdidas de capital.

A la par con el análisis del valor intrínseco como indicativo de la rentabilidad, se hicieron simulaciones con valoraciones basadas en múltiplos EBITDA para comparar el comportamiento entre uno y otro, descartando este último método debido a que presenta una volatilidad alta y bastante alejada del día a día de las empresas.

En definitiva, se establece un modelo de medición de la rentabilidad basado en la variación en el valor intrínseco de cada acción, calculando este como el cociente entre el valor total del patrimonio y las acciones en circulación que tiene la empresa.

Esto llevaba a la dificultad de que cuando una empresa distribuía dividendos, el patrimonio disminuía, lo que hacía necesario conocer el monto total de los dividendos distribuidos para ajustar el patrimonio en ese valor, y no introducir desviaciones en el resultado.

Los incrementos del patrimonio por nuevos aportes, al aumentar las acciones en circulación, mantienen de manera razonable el valor intrínseco, al igual que el pago de la prima en la colocación de acciones reflejará una mayor rentabilidad para los inversionistas actuales.

Definida la metodología del cálculo y sus ajustes, se enriquece el análisis de este portafolio introduciendo conceptos de riesgo, como el *Sharpe ratio* y el *valor en riesgo*, que nos permitirán, a partir de un marco teórico, aplicar estos conceptos a los datos recolectados y determinar la viabilidad de aplicarlos a un portafolio de acciones de empresas no cotizantes en bolsa.

## 2. Marco de referencia conceptual

Este trabajo se ocupa de aplicar en entornos cerrados los conceptos teóricos aplicables a los mercados públicos de valores, en lo relacionado con el análisis de un portafolio de acciones.

El primer punto que debe considerarse es que el portafolio actual de acciones no está construido bajo criterios de diversificación, sino a partir de la intuición y de las necesidades estratégicas de los inversores. Por lo tanto, las bondades de la teoría de portafolios y diversificación se usan como criterio de valoración técnica posterior, pero no hacen parte de las decisiones de inversión. Para ello, hacemos uso del concepto según el cual

el riesgo de portafolio no es el simple promedio ponderado de las desviaciones estándar de los valores individuales. El riesgo de un portafolio no depende solo del riesgo de los valores que forman el portafolio, sino también de la relación entre los mismos. (Van Horne, 2003, p. 57)

Para encontrar una cuantificación del riesgo, nos apoyamos en el concepto de valor en riesgo (*value at risk* en inglés, abreviado como VaR), que “proviene de la necesidad de cuantificar con determinado nivel de significancia o incertidumbre el monto o porcentaje de pérdida que un portafolio enfrentará en un periodo predefinido” (Johnson, 2001).

Cabe resaltar que el VaR simplemente es un determinado percentil de la distribución de probabilidad prevista para las variaciones en el valor de mercado de la cartera en el horizonte de tiempo escogido (Novales, 2014).

Es preciso afirmar que el valor en riesgo no es un concepto que emane de la nada, sino que surge de la aplicación de los principios de la teoría de las carteras a la gestión y la valoración del riesgo. La gestión y la valoración del riesgo de una posición de mercado se generan a partir de los

conocimientos en el manejo de una cartera eficiente cuando maximice su rendimiento para cada nivel de riesgo que presente en el proceso (Domínguez y Alfonso, 2006).

Por otra parte, considerando que las empresas que componen el portafolio no cotizan en la bolsa de valores, y por lo tanto no se conoce un valor de mercado para las mismas, se adapta lo que dispone la circular básica contable financiera de la Superintendencia Financiera de Colombia (1995), capítulo I numeral 6.2.4, literal ii), que indica que cuando el proveedor de precios designado como oficial para el segmento correspondiente no cuente con una metodología de valoración para estas inversiones, las entidades deberán aumentar o disminuir el costo de adquisición en el porcentaje de participación que corresponda al inversionista sobre las variaciones subsecuentes del patrimonio del respectivo emisor.

Esta variación se ve reflejada en el valor intrínseco de la acción, como un estimado del precio, que consiste en dividir el patrimonio total de la empresa emisora, entre el número de acciones en circulación.

## 2.1 Rentabilidad

La rentabilidad es la capacidad de un activo de generar utilidades. Estas utilidades pueden verse como la variación del precio del activo (van Horne, 2003). La rentabilidad se puede interpretar en términos absolutos o relativos, y también se puede establecer una diferencia entre la rentabilidad económica y la financiera, definiendo la rentabilidad financiera como ROE (*return on equity*), en la que se relaciona el beneficio económico con los recursos propios necesarios para obtener este mismo beneficio. En otras palabras, se trata de la rentabilidad del capital propio (Alfaro, 2018).

Este precio puede determinarse como el valor de mercado, si cotiza en la bolsa, o la variación en su valor intrínseco, si lo asimilamos como el precio de este, conforme al símil que proponemos para este trabajo.

La variación de este precio por periodo de tiempo es un indicativo del rendimiento porcentual de cada acción.

Para efectos de este estudio, la variación porcentual se calcula como

$$R_t = LN\left(\frac{P_t}{P_{(t-1)}}\right)$$

Donde

R es la rentabilidad

T es el periodo de tiempo

LN es logaritmo natural

P es el precio que, para el estudio, equivale al cálculo del valor intrínseco en el periodo de tiempo (T).

## 2.2 Riesgo y volatilidad

Como mencionamos anteriormente, buscamos asociar con la medida de la rentabilidad la medida del riesgo, como dimensiones necesarias para estimar el *Sharpe ratio* y para los cálculos del valor en riesgo.

Por su parte, el término *riesgo* en el área financiera se refiere a la pérdida potencial o la falta de rentabilidad, o la privación de la posibilidad de obtener ingresos adicionales, como el resultado que se espera de alguna actividad económica sobre las instituciones financieras. Hay diferentes tipos de riesgos, como el riesgo del mercado, que está implícito en todo tipo de operaciones financieras y que abarca las tasas de interés, los precios o los tipos de cambio. Por otra parte, tenemos los riesgos de crédito, que consisten en la pérdida de potencial por la falta de pago de un acreditado o una contraparte. Y existen otros tipos, como el riesgo de liquidez y los riesgos operacionales y legales (Gaytán, 2018).

Una forma de pensar en el riesgo de los rendimientos de las acciones comunes es en términos del grado de dispersión de los rendimientos observados. La dispersión mide cuánto puede desviarse un rendimiento específico del rendimiento promedio. Si la distribución es muy dispersa, los rendimientos que se obtengan serán muy inciertos (Ross *et al.*, 2018).

La gran mayoría de los análisis económicos y financieros que se mencionan en la actualidad hace referencia a este concepto como volatilidad, que se define como la inestabilidad o la variabilidad de los precios. No implica estrictamente las modificaciones en el nivel promedio, sino una mayor dispersión alrededor de ese promedio. La volatilidad aumentará o disminuirá dependiendo de la magnitud relativa de aquellas variaciones respecto al promedio (Rossi, 2013). A mayor volatilidad, mayor incertidumbre y mayor grado de dificultad para estimar el comportamiento de los precios en general, y para el caso de estas acciones en particular.

### 2.3 *Sharpe ratio*

Decidimos utilizar el *Sharpe ratio* en nuestro estudio considerando su utilidad para relacionar la rentabilidad con la volatilidad y su facilidad de cálculo. El *Sharpe ratio*, o *razón de Sharpe*, se

calcula como la prima de riesgo del activo dividida entre la desviación estándar. Como tal, es una medida del rendimiento en relación con el nivel de riesgo asumido (como lo mide la desviación estándar) (Ross *et al.*, 2018).

En términos de rentabilidad, mientras mayor sea el índice de Sharpe, mejor es la rentabilidad del fondo comparado directamente con la cantidad de riesgo que se ha asumido en la inversión. Todo *ratio de Sharpe* inferior a uno indica que el rendimiento del activo es inferior al riesgo que estamos asumiendo al invertir en un activo determinado. Cuando la volatilidad del fondo de inversión es grande, asumimos más riesgo, y por ende el *ratio de Sharpe* será menor, a menos que el rendimiento del fondo en concreto compense esa mayor rentabilidad (Trullols, 2013).

Se calcula como la relación entre el retorno anual y la desviación estándar anualizada de los rendimientos. En el caso de la relación del Sharpe se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de Sharpe} = (R_p - R_f) / \text{Desviación estándar}$$

En primer lugar, el  $R_p$  corresponde al rendimiento esperado o el rendimiento real para cálculos históricos. En segundo lugar, tenemos el  $R_f$ , que es la tasa libre de riesgo. En tercer lugar, lo que definimos como la desviación estándar es una medida de riesgo enfocada en la volatilidad. Y por último, la prima de riesgo de mercado está representada por la parte  $(R_p - R_f)$ , lo que demuestra el exceso de rendimiento por encima de la tasa libre de riesgo (Curry, 2022).

## 2.4 Portafolio

El término *portafolio* se refiere a la combinación de un conjunto de activos financieros, cuyo papel fundamental radica en disminuir el riesgo a partir de la diversificación de los títulos o papeles que componen el mismo. El enfoque de diversificación se da dependiendo de si los sectores, los activos

y el tipo de renta que generan son fijos o variables. Este portafolio busca repartir el riesgo al combinar los diferentes instrumentos financieros (Rubinstein, 2002).

### 2.5 Valor en riesgo (VaR-*value at risk*)

El valor en riesgo (VaR) es la estimación estadística de la máxima pérdida esperada en un activo financiero o portafolio de activos, considerando un horizonte de tiempo, una probabilidad y una moneda de referencia específicos. Estos son los parámetros del modelo matemático que estima la máxima pérdida probable.

Dice Johnson que “el VaR es un concepto poderoso que ha sido implementado a través de diversas metodologías” (2001, p. 233). A continuación, se presentan dos de ellas.

#### 2.5.1 Delta normal

El delta normal es descrito por Johnson como “el método más simple de cálculo del VaR. Consiste en asumir que los retornos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida” (2001, p. 233).

Para la serie de datos recopilada, calculamos el rendimiento de las acciones durante cada mes, y a estos rendimientos les calculamos posteriormente su desviación estándar. Más adelante se detallan los cálculos.

#### 2.5.2 Simulación histórica

“Consiste en aplicar el vector de ponderadores de inversión vigentes a una serie representativa de retornos históricos” (Johnson, 2001, p. 235).

Se asume que los retornos históricos pueden replicarse en el futuro, y que todos los posibles retornos estarán entre el máximo y el mínimo observados. De ahí la importancia de tener una cantidad significativa de retornos para el análisis.



### 3. Desarrollo de la metodología

#### 3.1 Datos analizados

El portafolio de acciones a analizar se compone de siete títulos que denominamos genéricamente como acciones 1 a 7, las cuales se han adquirido en diferentes momentos, según se relata más adelante.

Cabe recordar que la adquisición de las acciones se hace inicialmente considerando razones estratégicas, más que razones de diversificación o rentabilidad. Sin embargo, con el paso del tiempo se encuentra la necesidad de analizar técnicamente los resultados de esta inversión.

Para las siete (7) acciones analizadas, la rentabilidad se calcula de forma mensual, con base en el valor intrínseco de cada mes.

Para las acciones 1 a 4, se cuenta con datos mensuales desde abril del 2013 hasta diciembre del 2021; es decir, 105 mediciones.

La acción 5 fue adquirida en diciembre del 2014, y desde esa fecha hasta diciembre del 2021 se tienen mediciones, con 85 observaciones.

La acción 6 fue adquirida en abril del 2016, y se cuenta con datos hasta diciembre del 2021, con 69 mediciones.

La acción 7 fue incorporada al portafolio en diciembre del 2018, con datos hasta diciembre del 2021 y 37 observaciones.

### 3.2 Normalización de los datos

Considerando que el punto de partida de este estudio es la rentabilidad de las acciones, medida como la variación mensual en el valor intrínseco en cada periodo de tiempo, se normalizaron las siguientes variables:

1. Valor del patrimonio de cada empresa.
2. Dividendos distribuidos en cada periodo de tiempo.
3. Patrimonio ajustado, que es la suma de los valores de los dos puntos anteriores.
4. Número de acciones en circulación.
5. Cálculo del valor intrínseco en cada mes, formulado como el patrimonio ajustado dividido entre las acciones en circulación.
6. Valor monetario invertido por la empresa inversora en la empresa invertida.
7. Cálculo de la composición porcentual del portafolio en cada cierre mensual.

La fuente de información son los reportes financieros mensuales de cada empresa, remitidos como parte de la exigencia de rendición de cuentas.

### 3.3 Cálculo de rentabilidades

Para cada título, se calcula la rentabilidad mensual, mediante el logaritmo natural de la razón del precio del período actual (denotado como ' $t$ ') y el período anterior ( $t-1$ ), así:

$$R_t = LN\left(\frac{P_t}{P_{(t-1)}}\right)$$

Donde

R es la rentabilidad

T es el periodo de tiempo

LN es el logaritmo natural

P es el precio que, para el estudio, equivale al cálculo del valor intrínseco en el periodo de tiempo (t).

En la serie de datos analizados, las acciones se adquieren en periodos de tiempo, dando lugar a composiciones no uniformes del portafolio, y en consecuencia, al cálculo de la composición del portafolio en cada mes, así:

$$w \% = \frac{\text{Valor Invertido en la Acción } t}{\text{Valor Total de las Acciones } t}$$

w % es el peso porcentual de cada acción en el total del portafolio

t es el mes en el cual se efectúa el cálculo

Valor Total de las Acciones es la sumatoria de la inversión en cada una de las acciones que componen el portafolio.

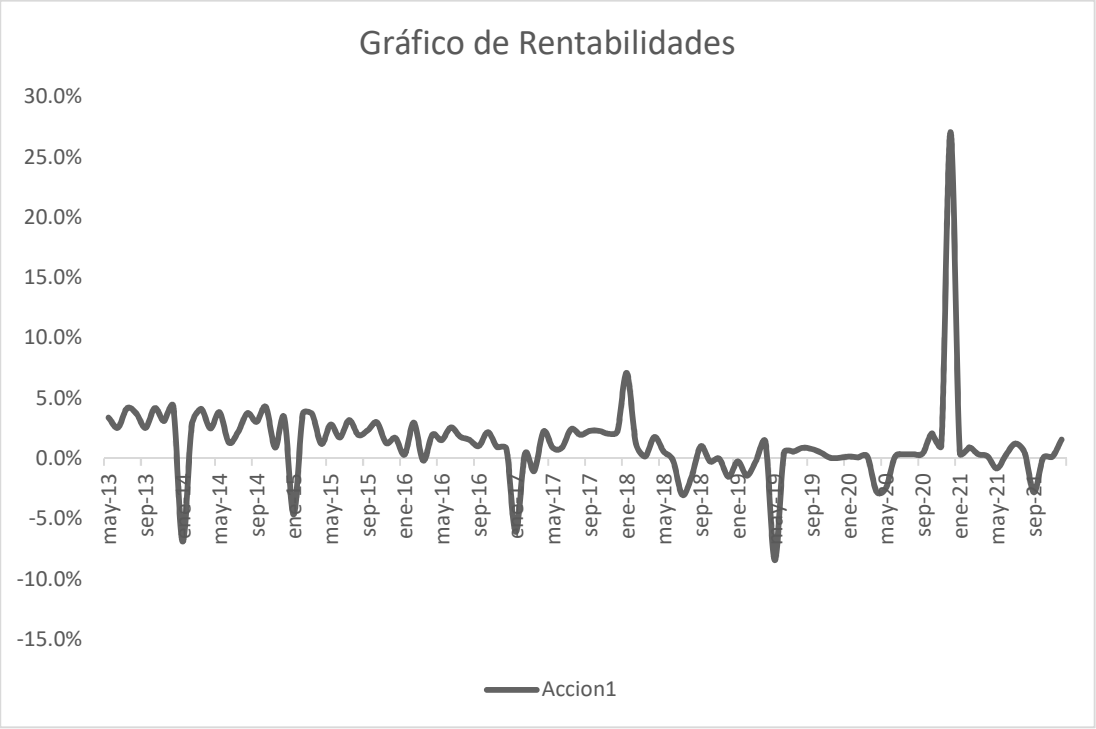


Gráfico 1. Rentabilidad de la acción 1 (Fuente: Cálculos propios)

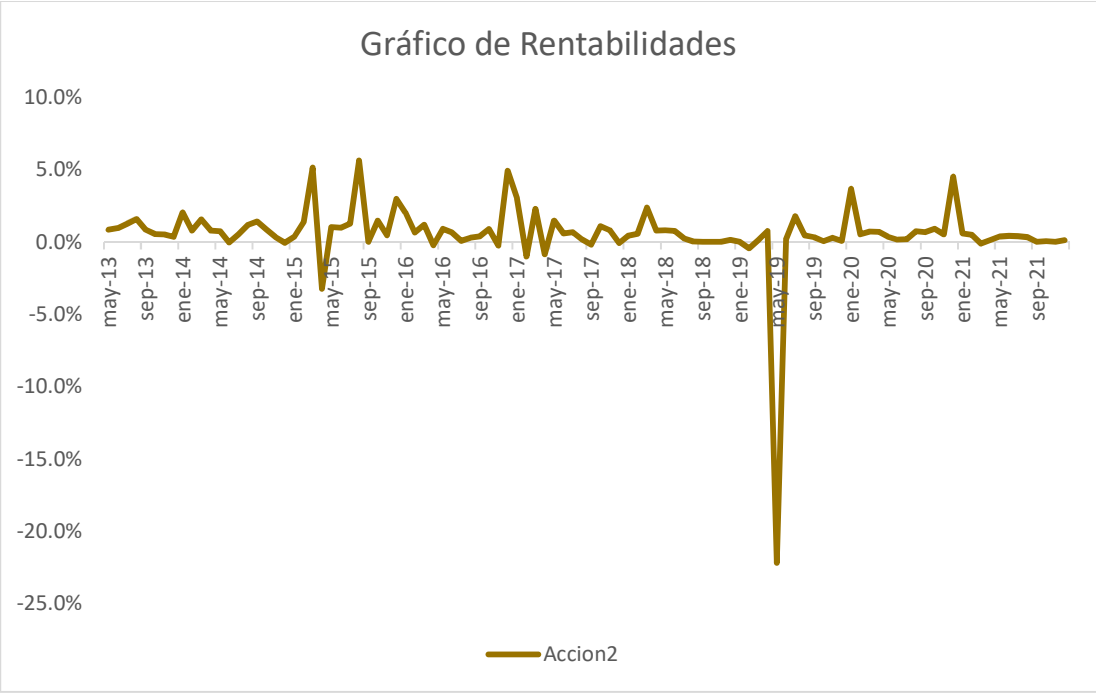


Gráfico 2. Rentabilidad de la acción 2 (Fuente: Cálculos propios)

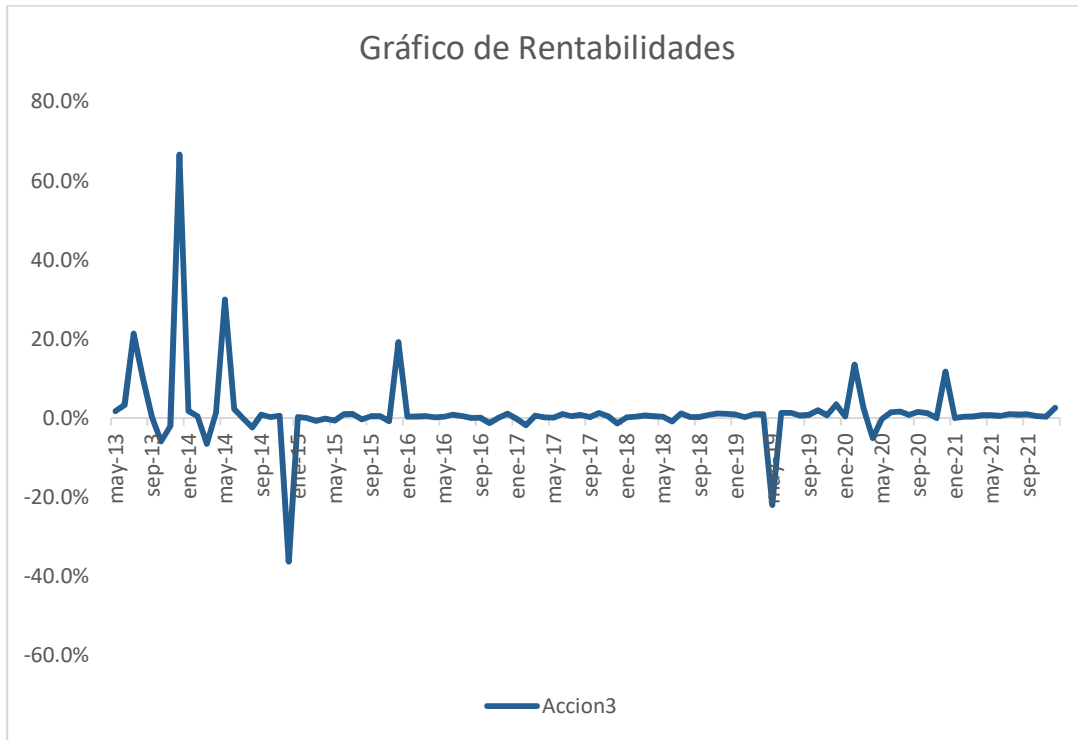


Gráfico 3. Rentabilidad de la acción 3 (Fuente: Cálculos propios)

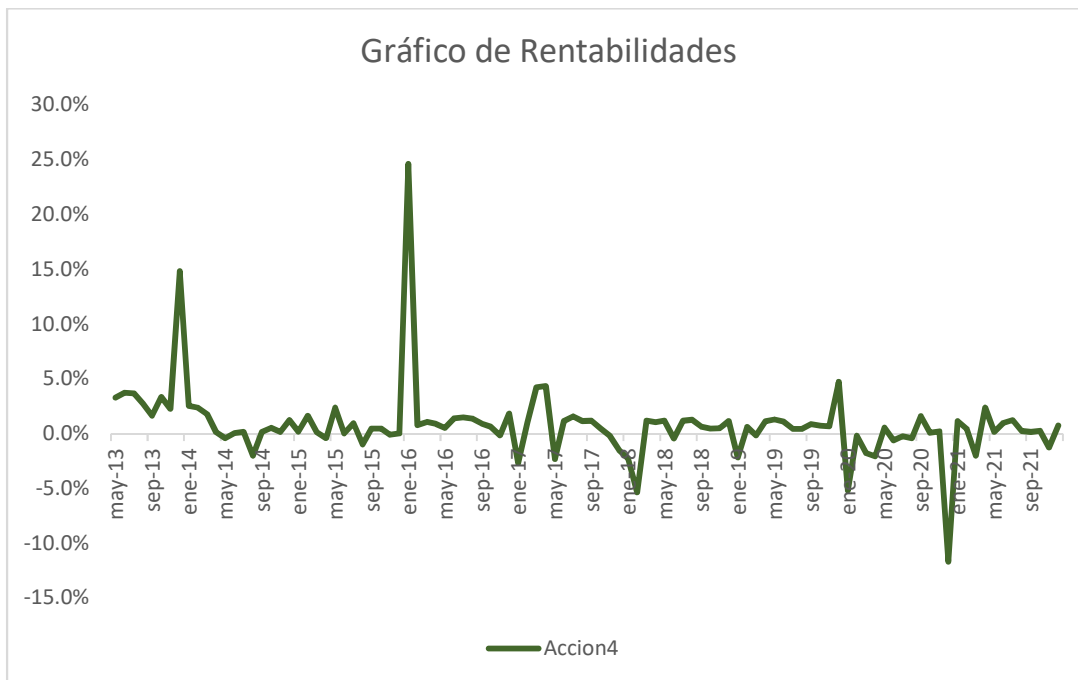


Gráfico 4. Rentabilidad de la acción 4 (Fuente: Cálculos propios)

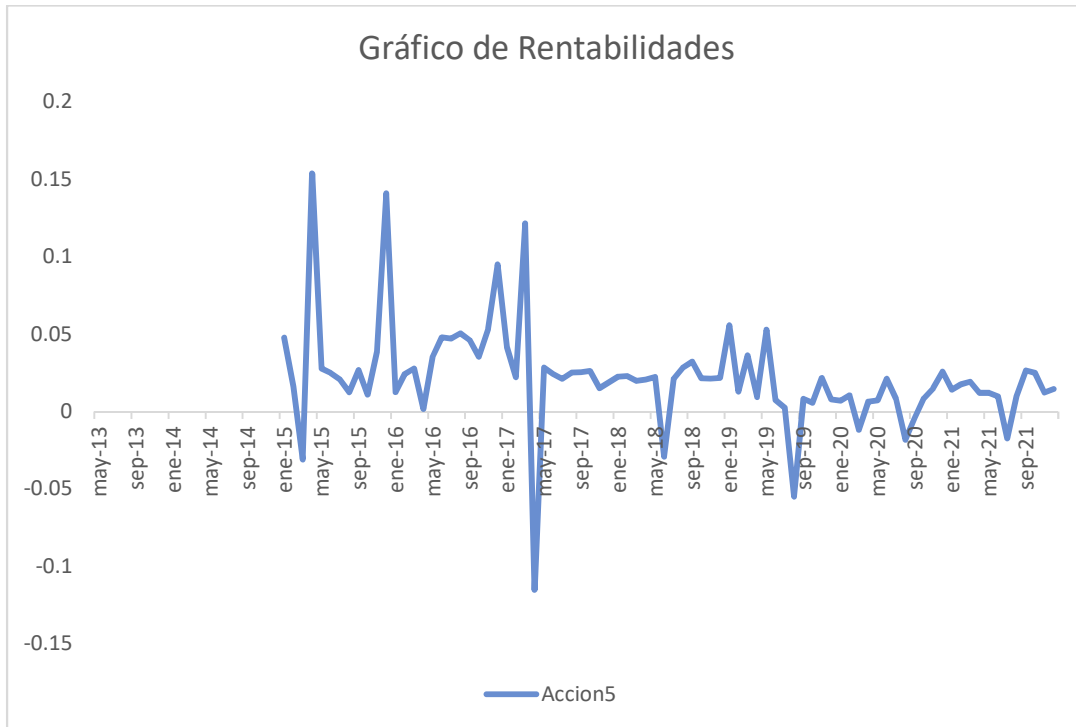


Gráfico 5. Rentabilidad de la acción 5 (Fuente: Cálculos propios)

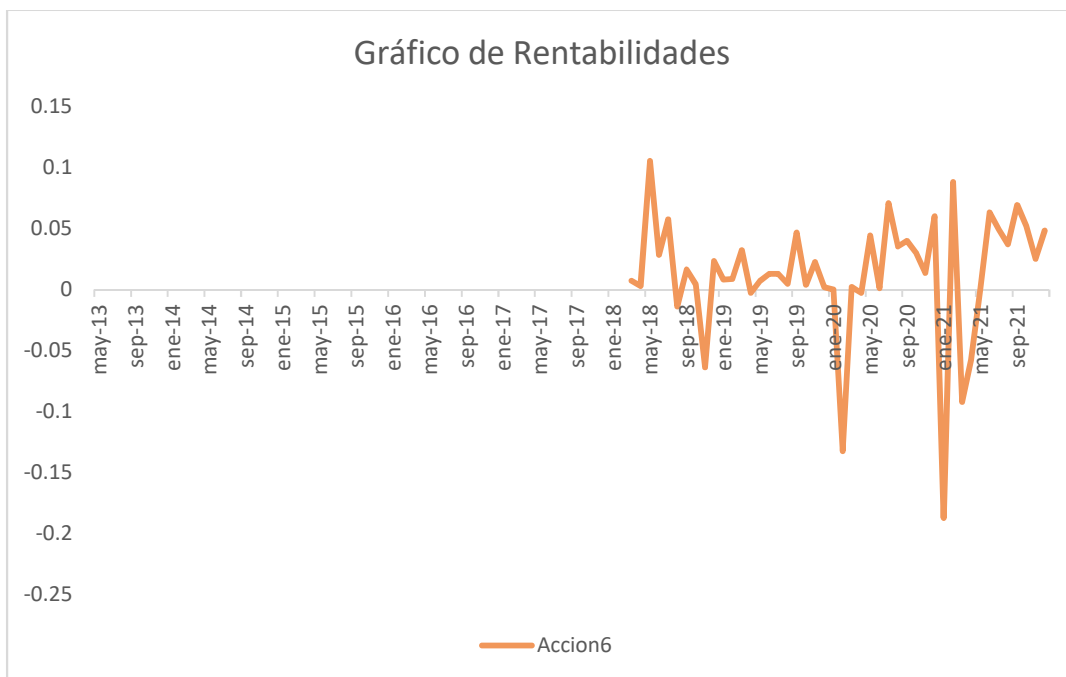


Gráfico 6. Rentabilidad de la acción 6 (Fuente: Cálculos propios)

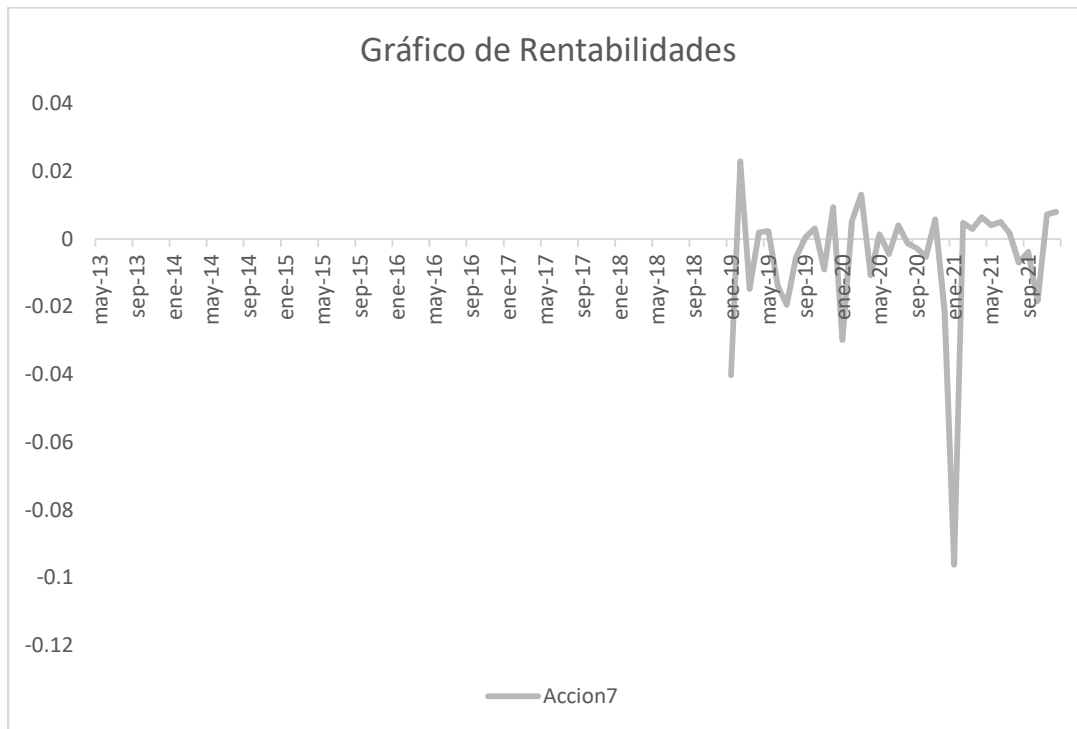


Gráfico 7. Rentabilidad de la acción 7 (Fuente: Cálculos propios)

La rentabilidad del portafolio se calcula como

$$\sum_{i=1}^n r\%_i * w\%_i$$

i indica cada una de las acciones

n es el total de las acciones

r % es la rentabilidad de cada acción

w % es el peso porcentual de cada acción

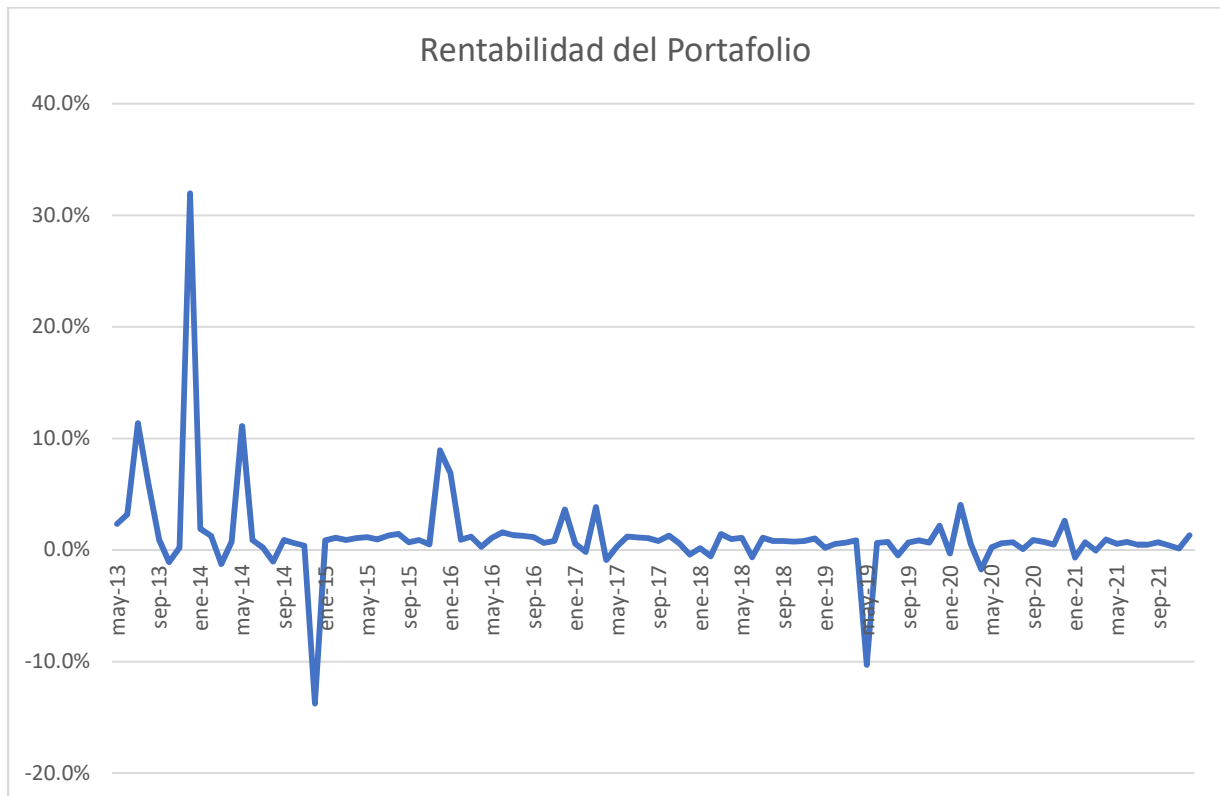


Gráfico 8. Rentabilidad del portafolio (Fuente: Cálculos propios)

### 3.4 Cálculo del valor en riesgo (VaR)

Haciendo uso del modelo matemático que estima el máximo valor de pérdida probable, VaR, estimamos este valor para cada acción y para el portafolio completo. Debido a que los parámetros del modelo son un horizonte de tiempo y una probabilidad o nivel de confianza, tenemos que las rentabilidades, al estar calculadas de forma mensual, nos permiten enmarcar el horizonte de tiempo en periodos igualmente mensuales. El nivel de confianza lo fijamos en 99 %.

Se da por descontado que se conocen otras variables claves del modelo, que provienen de la información recolectada, como el valor invertido en cada acción, el total invertido en el portafolio completo en cada periodo de tiempo (mes), y la participación porcentual de cada título en el total.

Construimos el modelo para las dos metodologías mencionadas, delta normal o simulación histórica, así:

### 3.4.1 Cálculo del VaR por el método delta normal

Para determinar el VaR con la metodología delta normal se requiere calcular, para cada acción y para el portafolio, las siguientes variables:

**Participación:** Según la participación porcentual del valor de la acción en el valor total del portafolio. El valor de la acción corresponde al valor intrínseco calculado para el último periodo, y el valor total del portafolio, a la sumatoria de los valores intrínsecos de todas las acciones.

**Último precio:** Es el valor intrínseco de cada acción en el último periodo.

**Valor de mercado:** Es el valor resultante de multiplicar el valor del portafolio por la participación porcentual de cada acción.

**Nivel de confianza:** Parámetro del modelo.

**Nivel de significancia:** Parámetro del modelo, complemento del nivel de confianza.

**Z:** Estadístico de la distribución normal estandarizada, calculado para el nivel de significancia del modelo.

**Tiempo:** 1, considerando que cada observación de rentabilidad es mensual, y el valor resultante estará en periodos mensuales.

**Volatilidad por mes:** Desviación estándar de las rentabilidades de cada acción. La rentabilidad de cada acción se calcula como se explica en el apartado 2.1. La desviación estándar, utilizando la función de Excel DESVESTP.

**VaR:** Se calcula con la fórmula

$$VaR = Valor\ de\ Mercado * Z * Volatilidad\ Mes * \sqrt{Tiempo}$$

VaR %: Indica cuánto valor de mercado está en riesgo, en términos porcentuales.

En principio, tal como lo recomiendan diversos autores, calculamos el VaR con un nivel de confianza del 95 %. No obstante, en los análisis posteriores se evidencian inconsistencias en los resultados del modelo al compararlo con el método de simulación histórica, descrito más adelante, lo que evidencia probablemente la presencia de valores extremos o atípicos. Esta diferencia sí se debe al problema de subaditividad, que debe corregirse al hacer abarcar más elementos en la determinación del VaR, lo que logramos ampliando el nivel de confianza al 99 %.

Cabe aclarar que la teoría del valor de extremos aplicada a las finanzas busca reflejar más acertadamente los efectos de los valores extremos de los rendimientos de un activo o de un portafolio de activos.

La tabla 1 presenta los resultados con un nivel de confianza del 95 %, y la tabla 2, resultados con nivel de confianza del 99 %:

	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	PORTAFOLIO
Participacion	1.51%	22.76%	28.46%	20.12%	14.83%	0.91%	11.43%	
Ultimo Precio	4,641.91	634,843.16	135,925,000.00	3,709,705.59	32,495.83	4,786.00	2,592.49	
Valor de mercado	732,839,285	11,048,827,717	13,817,822,443	9,767,036,626	7,200,000,000	440,000,000	5,547,391,505	48,553,917,576
Nivel de Confianza	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Nivel de Significancia	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Z	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627	-1.644853627
Tiempo	1	1	1	1	1	1	1	1
Volatilidad Mes	3.404%	2.536%	8.978%	3.386%	3.349%	5.147%	1.955%	4.068%
VaR	- 41,027,242 -	460,806,720 -	2,040,618,681 -	543,967,809 -	396,672,687 -	37,249,074 -	178,407,471 -	3,248,747,614
VaR%	5.60%	4.17%	14.77%	5.57%	5.51%	8.47%	3.22%	6.69%

Tabla 1. Cálculo del VaR Nivel de Confianza 95 % (Fuente: Cálculos propios)

	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	PORTAFOLIO
Participacion	1.51%	22.76%	28.46%	20.12%	14.83%	0.91%	11.43%	
Ultimo Precio	4,641.91	634,843.16	135,925,000.00	3,709,705.59	32,495.83	4,786.00	2,592.49	
Valor de mercado	732,839,285	11,048,827,717	13,817,822,443	9,767,036,626	7,200,000,000	440,000,000	5,547,391,505	48,553,917,576
Nivel de Confianza	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Nivel de Significancia	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Z	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874	-2.326347874
Tiempo	1	1	1	1	1	1	1	1
Volatilidad Mes	3.404%	2.536%	8.978%	3.386%	3.349%	5.147%	1.955%	4.068%
VaR	- 58,025,611 -	651,727,738 -	2,886,085,943 -	769,344,053 -	561,021,751 -	52,682,077 -	252,325,091 -	4,594,765,748
VaR%	7.92%	5.90%	20.89%	7.88%	7.79%	11.97%	4.55%	9.46%

Tabla 2. Cálculo del VaR Nivel de Confianza 99 % (Fuente: Cálculos propios)

### 3.4.2 Calculo del VaR por el método de simulación histórica

Cómo se mencionó en la sección 2.5.2, el cálculo del VaR con el método de simulación histórica supone que los rendimientos futuros se comportarán como en el pasado. Para ello bastaría, además de conocer estos rendimientos pasados, definir en qué percentil nos ubicaremos para calcular el valor en riesgo. Para ello utilizaremos los mismos parámetros de nivel de significancia en un valor de 5 % y 1 %, puesto que la intención es comparar los resultados de ambos métodos.

Las variables que se introducen al cálculo son

Valor de mercado: Es el valor resultante de multiplicar el valor del portafolio por la participación porcentual de cada acción.

Nivel de confianza: Parámetro del modelo.

Nivel de significancia: Parámetro del modelo, complemento del nivel de confianza.

Tiempo: 1, considerando que cada observación de rentabilidad es mensual, y el valor resultante estará en periodos mensuales.

Percentil: Permite calcular el valor paramétrico de la cola de valores negativos. Se usa la función de Excel PERCENTIL con parámetros de la rentabilidad de cada acción y el nivel de significancia. La rentabilidad de cada acción se calcula como se explica en la sección 2.1.

VaR: Se calcula con la fórmula

$$VaR = Valor\ de\ Mercado * Percentil * \sqrt{Tiempo}$$

Al igual que con el método delta normal, y para efectos comparativos, calculamos inicialmente el VaR con un nivel de confianza del 95 %, y luego, del 99 %, con los resultados de las tablas 3 y 4 respectivamente.

Simulación Histórica	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	PORTAFOLIO
Valor de mercado	732,839,285	11,048,827,717	13,817,822,443	9,767,036,626	7,200,000,000	440,000,000	5,547,391,505	48,553,917,576
Nivel de Confianza	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Nivel de Significancia	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tiempo	1	1	1	1	1	1	1	1
Percentil	-2.79%	-0.25%	-2.25%	-2.23%	-1.82%	-8.49%	-3.23%	-1.02%
VaR	- 20,435,651 -	- 27,350,161 -	- 311,314,655 -	- 218,151,569 -	- 131,092,262 -	- 37,348,981 -	- 179,313,177 -	- 494,425,743

Tabla 3 VaR Simulación Histórica Nivel de Confianza 95% (Fuente: cálculos propios)

Simulación Histórica	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	PORTAFOLIO
Valor de mercado	732,839,285	11,048,827,717	13,817,822,443	9,767,036,626	7,200,000,000	440,000,000	5,547,391,505	48,553,917,576
Nivel de Confianza	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Nivel de Significancia	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tiempo	1	1	1	1	1	1	1	1
Percentil	-6.86%	-3.17%	-21.46%	-5.34%	-6.52%	-16.24%	-7.65%	-10.03%
VaR	- 50,300,250 -	- 349,737,966 -	- 2,965,733,347 -	- 522,032,518 -	- 469,456,283 -	- 71,435,047 -	- 424,372,972 -	- 4,870,881,792

Tabla 4. VaR Simulación Histórica Nivel de Confianza 99 % (Fuente: Cálculos propios)

### 3.4.3 Contraste de resultados y elección de un método de cálculo del VaR

Como es natural, al contrastar los resultados de dos métodos que usan diferentes conceptos teóricos para estimar el valor en riesgo, observamos diferencias en las acciones y en el portafolio.

Las tablas 5 y 6 comparan los resultados de los dos métodos con niveles de confianza del 95 % y el 99 % respectivamente.

Nivel de Confianza 95%	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	Portafolio
VaR Delta Normal	- 41,027,242 -	- 460,806,720 -	- 2,040,618,681 -	- 543,967,809 -	- 396,672,687 -	- 37,249,074 -	- 178,407,471 -	- 3,248,747,614
VaR% Delta Normal	5.6%	4.2%	14.8%	5.6%	5.5%	8.5%	3.2%	6.7%
VaR Simulación Histórica	- 20,435,651 -	- 27,350,161 -	- 311,314,655 -	- 218,151,569 -	- 131,092,262 -	- 37,348,981 -	- 179,313,177 -	- 494,425,743
VaR% Simulación Histórica	2.8%	0.2%	2.3%	2.2%	1.8%	8.5%	3.2%	1.0%
% de variación del VaR	-50.2%	-94.1%	-84.7%	-59.9%	-67.0%	0.3%	0.5%	-84.8%

Tabla 5. Comparación de resultados Var Delta Normal y Simulación Histórica Nivel de Confianza 95 % (Fuente: Cálculos propios)

Nivel de Confianza 99%	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	Portafolio
VaR Delta Normal	- 58,025,611 -	651,727,738 -	2,886,085,943 -	769,344,053 -	561,021,751 -	52,682,077 -	252,325,091 -	4,594,765,748
VaR% Delta Normal	7.9%	5.9%	20.9%	7.9%	7.8%	12.0%	4.5%	9.5%
VaR Simulación Histórica	- 50,300,250 -	349,737,966 -	2,965,733,347 -	522,032,518 -	469,456,283 -	71,435,047 -	424,372,972 -	4,870,881,792
VaR% Simulación Histórica	6.9%	3.2%	21.5%	5.3%	6.5%	16.2%	7.6%	10.0%
% de variación del VaR	-13.3%	-46.3%	2.8%	-32.1%	-16.3%	35.6%	68.2%	6.0%

Tabla 6. Comparación de resultados Var Delta Normal y Simulación Histórica Nivel de Confianza 99 % (Fuente: Cálculos propios)

Nótese cómo las variaciones entre los dos modelos se atenúan de manera significativa cuando tenemos un nivel de confianza del 99 %; es decir, cuando buscamos incluir en el modelo el efecto de mayor cantidad de eventos extremos de pérdida.

### 3.4.4 Beneficios de la diversificación

Como se mencionó anteriormente, el portafolio no está construido con criterios de diversificación del riesgo, lo que no impide medir el beneficio, si se quiere empírico o accidental, de la canasta de acciones que conforman este portafolio.

Como primera medida, obtenemos con la ayuda de Excel la correlación entre las 7 acciones analizadas.

CORRELACIONES	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7
Acción1	1						
Acción2	0.36449819	1					
Acción3	0.23122511	0.26474699	1				
Acción4	- 0.21169334 -	0.05489330	0.25140638	1			
Acción5	- 0.05634179 -	0.07292159	0.12365385 -	0.04362088	1		
Acción6	- 0.00450739 -	0.01888397 -	0.00214187	0.29739329 -	0.02353682	1	
Acción7	- 0.15251836 -	0.13719673 -	0.01299679	0.22553859 -	0.19644163	0.43508092	1

Tabla 7. Correlación entre los rendimientos de las acciones (Fuente: Cálculos propios)

Y completamos la matriz, con el fin de manejarla con la función MMULT de Excel, y el vector de VaR individuales con un nivel de confianza del 99 %.

Las flechas son indicativas del llenado de la matriz.

Matriz de Correlaciones	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7
Acción1	1.0000000	0.3644982	0.2312251	0.2116933	0.0563418	0.0045074	0.1525184
Acción2	0.3644982	1.0000000	0.2647470	0.0548933	0.0729216	0.0188840	0.1371967
Acción3	0.2312251	0.2647470	1.0000000	0.2514064	0.1236538	0.0021419	0.0129968
Acción4	0.2116933	0.0548933	0.2514064	1.0000000	0.0436209	0.2973933	0.2255386
Acción5	0.0563418	0.0729216	0.1236538	0.0436209	1.0000000	0.0235368	0.1964416
Acción6	0.0045074	0.0188840	0.0021419	0.2973933	0.0235368	1.0000000	0.4350809
Acción7	0.1525184	0.1371967	0.0129968	0.2255386	0.1964416	0.4350809	1.0000000
VaR Individual	58,025,611	651,727,738	2,886,085,943	769,344,053	561,021,751	52,682,077	252,325,091
VaR Portafolio	3,489,363,957						
VaR No Diversificado	5,231,212,264						
Beneficio de Diversificar	33.30%						

Tabla 8. Matriz de correlaciones (Fuente: Cálculos propios)

El VaR del portafolio es calculado mediante la multiplicación de la matriz de correlaciones y el vector de VaR individual.

El VaR no diversificado es la suma del vector de VaR individual.

Se evidencia una menor exposición a la pérdida, producto de la diversificación de este portafolio.

### 3.5 Cálculo del *Sharpe ratio*

Una de las métricas financieras utilizadas para relacionar el riesgo con la rentabilidad es la razón de Sharpe o *Sharpe ratio*.

“La razón de Sharpe es la prima promedio del riesgo de las acciones correspondiente a un periodo determinado, dividida entre la desviación estándar” (Ross *et al.*, 2018, p. 317).

Puede calcularse como la prima en exceso frente a un activo de referencia, usualmente un activo libre de riesgo; o sin usar esta referencia, nos da el valor de cada punto adicional de riesgo que asumimos.

Con las funciones de Excel, calculamos el promedio anualizado de las rentabilidades, al igual que la desviación estándar anualizada.

	Accion1	Accion2	Accion3	Accion4	Accion5	Accion6	Accion7	PORTAFOLIO
Retorno Anual	16.3%	7.0%	19.2%	10.4%	29.7%	16.3%	-6.2%	15.7%
Desviacion Anual	11.8%	8.8%	31.1%	11.7%	11.6%	17.8%	6.8%	14.1%
Sharpe ratio	1.387	0.793	0.617	0.890	2.559	0.913	0.911	1.111

Tabla 9. Sharpe ratio (Fuente: Cálculos propios)

En nuestro caso, como calculamos el *Sharpe ratio* sin hacer referencia a un activo libre de riesgo, los resultados nos muestran el exceso de rentabilidad que tenemos por cada punto adicional de riesgo que asumimos.

Los resultados indican, además, que aunque el portafolio en su conjunto remunera adecuadamente el riesgo (el *Sharpe ratio* es superior a 1), 5 de las 7 acciones analizadas presentan valores de rentabilidad que no satisfacen adecuadamente el riesgo derivado de la volatilidad de sus resultados.

Es ahí donde radica la principal utilidad como herramienta de gestión de la rentabilidad de este portafolio, pues al no cotizar en la bolsa, los requerimientos a la administración deben enfocarse en alinear estas dos variables, rentabilidad y volatilidad, de tal forma que al menos sean superiores a 1.

#### 4. Conclusiones

Adaptar una teoría definida para mercados profundos, en la que el proceso de formación de precios, y en consecuencia de rentabilidades, está a cargo de las leyes de mercado, a un portafolio de acciones cerradas, no cotizadas en la bolsa de valores, cuyo símil del precio se define como el valor intrínseco, constituye un reto por varias razones:

1. La periodicidad de la medición, que para este caso es mensual.
2. La medición misma, que se ve afectada por las fluctuaciones de los resultados operacionales de las empresas, y no por las percepciones o apetitos del mercado.
3. Los ajustes propios de emisiones nuevas, la recompra de acciones y hasta la distribución de dividendos, que afectan el patrimonio de la sociedad, base para el cálculo del valor intrínseco.

Una vez superados los retos, los resultados permiten que la alta dirección de la empresa defina estrategias y metas orientadas a definir o ajustar su perfil de riesgo haciendo uso del *Sharpe ratio* y su aversión al mismo mediante el VaR, y a maximizar la composición del portafolio, bien sea balanceándolo con acciones de cotización pública o con acciones cerradas.

Se aportan también elementos para definir la adquisición o no de empresas, mediante la incorporación de criterios de exposición al riesgo, en las empresas candidatas a ser adquiridas.

La aplicación del *Sharpe ratio* permite definir otros elementos de medición de la eficiencia de la gestión financiera del administrador del portafolio, e incluso aporta elementos para definir metas de rentabilidad.

El *Sharpe ratio* aporta también elementos para elevar el nivel de exigencia en los resultados para los administradores de cada una de las empresas emisoras, más aún si se tiene en cuenta que en todas ellas se ejerce un control societario.

En suma, este acercamiento de la teoría financiera a una realidad empresarial aporta elementos para mejorar la administración de este *holding*, no solo pasivamente a través de los resultados, sino activamente, aumentando la exigencia de quienes día a día están al frente de la operación de cada una de las empresas controladas.

## 5. Referencias

- Van Horne, J. (2003). *Administración financiera* (9.<sup>a</sup> ed.). Ciudad de México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Ross, S., Westerfield, R., Jaffe, J., y Jordan, B. (2018). *Finanzas corporativas* (11.<sup>a</sup> ed.) McGraw Hill Education.
- Johnson, C. (2001). Value at risk: Teoría y aplicaciones. *Estudios de Economía*, 28(2), 218. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=22128204>.
- Novales, A. (2014). *Valor en riesgo*. Madrid: Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad Complutense. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41460/Valor%20en%20Riesgo.pdf>.
- Domínguez, F., Manuel, J., Alfonso, O., y Dolores, M. (2006). Valor en riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad. *Universia Business Review*, (10), 66-79. <https://www.redalyc.org/pdf/433/43301005.pdf>.
- Trullols, J., y People, F. (2013). La importancia del ratio de Sharpe a la hora de seleccionar fondos. *Boletín Mensual*, (52). [https://www.fondoscostarica.com/wp-content/uploads/2013/06/Temas\\_Fondo\\_Mayo13.pdf](https://www.fondoscostarica.com/wp-content/uploads/2013/06/Temas_Fondo_Mayo13.pdf).
- Curry, R. B. (Ed.). (2022). Comprender la relación de Sharpe. *Forbes Advisor*. <https://www.forbes.com/advisor/investing/sharpe-ratio/>.
- Gaytán, J. (2018). Clasificación de los riesgos financieros. *Mercados y Negocios*, (38), 123-136. <https://www.redalyc.org/journal/5718/571864088006/571864088006.pdf>.

Alfaro, D., y Morales, X. (2018). *Análisis de la generación de valor para incrementar la rentabilidad en la empresa INTECH S. A. S.* Bogotá: Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Universidad Libre. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15923/TRABAJO%20FINAL%20ANALISIS%20DE%20RENTABILIDAD%20INTECH%20SAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20literatura%20econ%C3%B3mica%2C%20aunque,el%20%C3%A9xito%20de%20una%20inversi%C3%B3n.>

Rubinstein, M. (2002). Markowitz's "portfolio selection": A fifty-year retrospective. *The Journal of Finance*, 57(3), 1041-1045. <https://www.jstor.org/stable/2697771>.

Rossi, G. D. (2013). La volatilidad en mercados financieros y de *commodities*: Un repaso de sus causas y la evidencia reciente. *Invenio*, 16(30), 59-74. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87726343005.pdf>.