

Valor en Riesgo y ES para portafolio del S&P 500

Proyecto de Análisis de Riesgo Financiero

Fernanda Hernández, Leonardo Rosas, José Cortes, Lizeth Pastrana

Profesor: Jorge Luis Reyes García

Contents

Abstract	1
Selección de Activos	1
Descripción de Activos	1
visualización de datos	4
Valor en Riesgo no paramétrico	6
Simulación Histórica	6
Simulación de Monte Carlo	10

Abstract

An investment portfolio was constructed consisting of 20 stocks from companies belonging to the S&P 500 index, selected according to criteria of sector diversification and economic relevance, for the period from January 2022 to March 2025. Historical price data were obtained from the financial platform Yahoo Finance. For each selected issuer, a description of its economic sector, its main operating activities, and a justification for its inclusion in the portfolio are provided, considering its market representativeness and relevance within the risk analysis.

Selección de Activos

Descripción de Activos

Se construyó un portafolio de inversión compuesto por 20 acciones de compañías pertenecientes al índice S&P 500, seleccionadas de acuerdo con criterios de diversificación sectorial y relevancia económica, para el período comprendido entre enero de 2022 y marzo de 2025. Los datos históricos de precios fueron obtenidos de la plataforma financiera Yahoo Finance. Para cada emisora seleccionada, se proporciona una descripción del sector económico al que pertenece, sus principales actividades operativas, y una justificación del por qué se decidió incluirla en el portafolio, considerando su representatividad en el mercado y su relevancia dentro del análisis de riesgo.

Apple Inc. (AAPL) Sector: Tecnología Principales actividades: diseña, fabrica y comercializa smartphones, ordenadores personales, tabletas, wearables y accesorios en todo el mundo. Racional: Apple es una de las compañías más valiosas y reconocidas globalmente, líder en innovación tecnológica. Su inclusión aporta solidez y exposición a tendencias de consumo premium, innovación y transformación digital. Justificación: Apple es una de las compañías más valiosas y reconocidas globalmente, líder en innovación tecnológica. Su inclusión aporta solidez y exposición a tendencias de consumo premium, innovación y transformación digital.

Microsoft Corp. (MSFT) Sector: Tecnología Principales actividades: desarrolla y da soporte a software, servicios, dispositivos y soluciones en todo el mundo. Racional: Microsoft ofrece estabilidad y crecimiento en

sectores clave como software empresarial, computación en la nube e inteligencia artificial, siendo una de las empresas tecnológicas más diversificadas y rentables del mundo. Justificación: Microsoft ofrece estabilidad y crecimiento en sectores clave como software empresarial, computación en la nube e inteligencia artificial, siendo una de las empresas tecnológicas más diversificadas y rentables del mundo.

NVIDIA Corp. (NVDA) Sector: Tecnología Principales actividades: NVIDIA Corporation, empresa de infraestructura informática, ofrece soluciones gráficas, de computación y de redes en Estados Unidos, Singapur, Taiwán, China, Hong Kong y a nivel internacional. El segmento de Computación y Redes comprende plataformas informáticas para centros de datos y plataformas de redes de extremo a extremo. Racional: NVIDIA lidera sectores estratégicos como inteligencia artificial, centros de datos y gráficos, posicionándola como un actor fundamental en el futuro de la computación, lo que diversifica riesgos tecnológicos y de crecimiento. Justificación: NVIDIA lidera sectores estratégicos como inteligencia artificial, centros de datos y gráficos, posicionándola como un actor fundamental en el futuro de la computación, lo que diversifica riesgos tecnológicos y de crecimiento.

Amazon.com, Inc. (AMZN) Sector: Consumo discrecional Principales actividades: se dedica a la venta minorista de productos de consumo, publicidad y servicios de suscripción a través de tiendas físicas y en línea en Norteamérica e internacionalmente. Racional: Amazon domina el comercio electrónico y los servicios en la nube (AWS), sectores en constante expansión, lo que aporta exposición a innovación digital y consumo global al portafolio. Justificación: Amazon domina el comercio electrónico y los servicios en la nube (AWS), sectores en constante expansión, lo que aporta exposición a innovación digital y consumo global al portafolio.

Meta Platforms, Inc. (META) Sector: Servicios de comunicación Principales actividades: se dedica al desarrollo de productos que permiten a las personas conectarse y compartir con amigos y familiares a través de dispositivos móviles, computadoras personales, gafas de realidad virtual y mixta, realidad aumentada y wearables en todo el mundo. Racional: Meta es un referente en redes sociales y está invirtiendo fuertemente en tecnologías emergentes como realidad aumentada y metaverso, ofreciendo una mezcla de innovación y liderazgo en comunicación digital. Justificación: Meta es un referente en redes sociales y está invirtiendo fuertemente en tecnologías emergentes como realidad aumentada y metaverso, ofreciendo una mezcla de innovación y liderazgo en comunicación digital.

Alphabet Inc. A (GOOGL) Sector: Servicios de comunicación Principales actividades: Ofrece diversos productos y plataformas en Estados Unidos, Europa, Oriente Medio, África, Asia-Pacífico, Canadá y Latinoamérica. Opera a través de los segmentos de Servicios de Google, Google Cloud y Otras Apuestas. Racional: Alphabet, a través de Google y sus filiales, controla gran parte del mercado de búsquedas y publicidad digital, además de innovar en sectores como la nube, inteligencia artificial y automóviles autónomos, lo que garantiza diversificación tecnológica. Justificación: Alphabet, a través de Google y sus filiales, controla gran parte del mercado de búsquedas y publicidad digital, además de innovar en sectores como la nube, inteligencia artificial y automóviles autónomos, lo que garantiza diversificación tecnológica.

Broadcom Inc. (AVGO) Sector: Tecnología Principales actividades: diseña, desarrolla y suministra diversos dispositivos semiconductores, centrándose en dispositivos complejos basados en semiconductores de óxido metálico complementario (MEC) de señal digital y mixta, así como en productos analógicos III-V a nivel mundial. Racional: Broadcom es clave en la industria de semiconductores y comunicaciones, abasteciendo sectores esenciales como 5G, infraestructura de redes y servidores, brindando exposición a tecnología avanzada y crecimiento estructural. Justificación: Broadcom es clave en la industria de semiconductores y comunicaciones, abasteciendo sectores esenciales como 5G, infraestructura de redes y servidores, brindando exposición a tecnología avanzada y crecimiento estructural.

Alphabet Inc. C (GOOG) Sector: Servicios de comunicación Principales actividades: ofrece diversos productos y plataformas en Estados Unidos, Europa, Oriente Medio, África, Asia-Pacífico, Canadá y Latinoamérica. Opera a través de los segmentos de Servicios de Google, Google Cloud y Otras Apuestas. Racional: La acción clase C de Alphabet proporciona la misma exposición a innovación, publicidad y tecnología global que GOOGL, pero sin derechos de voto, lo que permite diversificar dentro de una misma estructura corporativa. Justificación: La acción clase C de Alphabet proporciona la misma exposición a innovación, publicidad y tecnología global que GOOGL, pero sin derechos de voto, lo que permite diversificar dentro de una misma estructura corporativa.

Tesla, Inc. (TSLA) Sector: Consumo discrecional Principales actividades: Tesla, Inc. diseña, desarrolla, fabrica, alquila y vende vehículos eléctricos y sistemas de generación y almacenamiento de energía en Estados Unidos, China y a nivel internacional. Racional: Tesla es líder mundial en movilidad eléctrica y energías renovables, sectores en expansión, aportando innovación y crecimiento disruptivo a largo plazo al portafolio. Justificación: Tesla es líder mundial en movilidad eléctrica y energías renovables, sectores en expansión, aportando innovación y crecimiento disruptivo a largo plazo al portafolio.

WALMART INC.(WMT) Sector: Distribución y venta minorista de alimentos Principales actividades: opera tiendas y clubes minoristas y mayoristas, sitios web de comercio electrónico y aplicaciones móviles en todo el mundo. Racional: Walmart es el minorista más grande del mundo, con una sólida red logística y crecimiento en comercio electrónico, ofreciendo estabilidad y defensa ante ciclos económicos adversos. Justificación: Walmart es el minorista más grande del mundo, con una sólida red logística y crecimiento en comercio electrónico, ofreciendo estabilidad y defensa ante ciclos económicos adversos.

Intel Corporation (INTC) Sector: Tecnología Principales actividades: Intel Corporation diseña, desarrolla, fabrica, comercializa y vende productos y servicios informáticos y relacionados en todo el mundo. Racional: Intel es una referencia en la fabricación de semiconductores y procesadores a nivel mundial. Su reestructuración reciente y apuesta por la manufactura avanzada ofrecen oportunidades de crecimiento estratégico. Justificación: Intel es una referencia en la fabricación de semiconductores y procesadores a nivel mundial. Su reestructuración reciente y apuesta por la manufactura avanzada ofrecen oportunidades de crecimiento estratégico.

JPMorgan Chase & Co. (JPM) Sector: Servicios financieros Principales actividades: opera como una compañía de servicios financieros a nivel mundial. Opera a través de tres segmentos: Banca de Consumo y Banca Comunitaria, Banca Comercial y de Inversión, y Gestión de Activos y Patrimonio. La compañía ofrece productos de depósito, inversión y préstamo, gestión de efectivo, pagos y servicios. Racional: JPMorgan, el banco más grande de EE.UU., combina solidez financiera, diversificación de ingresos y liderazgo en banca de inversión y gestión de activos, aportando estabilidad al portafolio. Justificación: JPMorgan, el banco más grande de EE.UU., combina solidez financiera, diversificación de ingresos y liderazgo en banca de inversión y gestión de activos, aportando estabilidad al portafolio.

Ford Motor Company (F) Sector: Consumo discrecional Principales actividades: desarrolla, entrega y presta servicio a camionetas, vehículos utilitarios deportivos (SUV), furgonetas y automóviles comerciales Ford, y vehículos de lujo Lincoln en todo el mundo.

Racional: Ford representa la transición de la industria automotriz hacia vehículos eléctricos y tecnologías inteligentes, ofreciendo exposición a movilidad sostenible y recuperación cíclica. Justificación: Ford representa la transición de la industria automotriz hacia vehículos eléctricos y tecnologías inteligentes, ofreciendo exposición a movilidad sostenible y recuperación cíclica.

NIKE, Inc. (NKE) Sector: Consumo discrecional Principales actividades: junto con sus subsidiarias, se dedica al diseño, desarrollo, comercialización y venta de calzado, ropa, equipos, accesorios y servicios deportivos en todo el mundo.

Racional: Nike es líder mundial en ropa y calzado deportivo, con fuerte reconocimiento de marca e innovación continua, lo que brinda exposición al consumo global y a tendencias de vida saludable. Justificación: Nike es líder mundial en ropa y calzado deportivo, con fuerte reconocimiento de marca e innovación continua, lo que brinda exposición al consumo global y a tendencias de vida saludable.

The Goldman Sachs Group, Inc. (GS) Sector: Servicios financieros Principales actividades: ofrece una gama de servicios financieros a empresas, instituciones financieras, gobiernos y particulares en América, Europa, Oriente Medio, África y Asia. Opera a través de los segmentos de Banca y Mercados Globales, Gestión de Activos y Patrimonios, y Soluciones de Plataforma. Racional: Goldman Sachs es uno de los bancos de inversión más importantes del mundo, con alto nivel de diversificación y generación de ingresos en servicios financieros, ideal para capturar oportunidades en mercados de capitales. Justificación: Goldman Sachs es uno de los bancos de inversión más importantes del mundo, con alto nivel de diversificación y generación de ingresos en servicios financieros, ideal para capturar oportunidades en mercados de capitales.

Netflix, Inc. (NFLX) Sector: Servicios de Comunicación Principales actividades: ofrece servicios de entretenimiento. La compañía ofrece series de televisión, documentales, largometrajes y juegos en diversos

géneros e idiomas. También ofrece a sus miembros la posibilidad de recibir contenido en streaming a través de una amplia gama de dispositivos conectados a internet, como televisores, reproductores de vídeo digitales, decodificadores y dispositivos móviles. Racional: Netflix es pionero en el streaming de contenido digital, con expansión global y fuerte creación de contenido original, ofreciendo exposición a cambios en el consumo de entretenimiento. Justificación: Netflix es pionero en el streaming de contenido digital, con expansión global y fuerte creación de contenido original, ofreciendo exposición a cambios en el consumo de entretenimiento.

Chevron Corporation (CVX) Sector: Energético Principales actividades: a través de sus filiales, participa en operaciones integradas de energía y productos químicos en Estados Unidos e internacionalmente.

Racional: Chevron proporciona diversificación energética con operaciones integradas en petróleo, gas y químicos, y además ofrece estabilidad de dividendos, ideal en entornos de inflación o volatilidad energética. Justificación: Chevron proporciona diversificación energética con operaciones integradas en petróleo, gas y químicos, y además ofrece estabilidad de dividendos, ideal en entornos de inflación o volatilidad energética.

Adobe Inc. (ADBE) Sector: Tecnología Principales actividades: junto con sus filiales, opera como una empresa tecnológica a nivel mundial. Opera a través de tres segmentos: Medios Digitales, Experiencia Digital y Publicidad y Publicidad. Racional: Adobe es líder mundial en software creativo y marketing digital, posicionada en sectores en crecimiento como creación de contenido digital, analítica y experiencia de usuario. Justificación: Adobe es líder mundial en software creativo y marketing digital, posicionada en sectores en crecimiento como creación de contenido digital, analítica y experiencia de usuario.

Bank of America Corporation (BAC) Sector: Servicios financieros Principales actividades: a través de sus subsidiarias, ofrece diversos productos y servicios financieros a particulares, pymes, inversores institucionales, grandes corporaciones y gobiernos de todo el mundo.

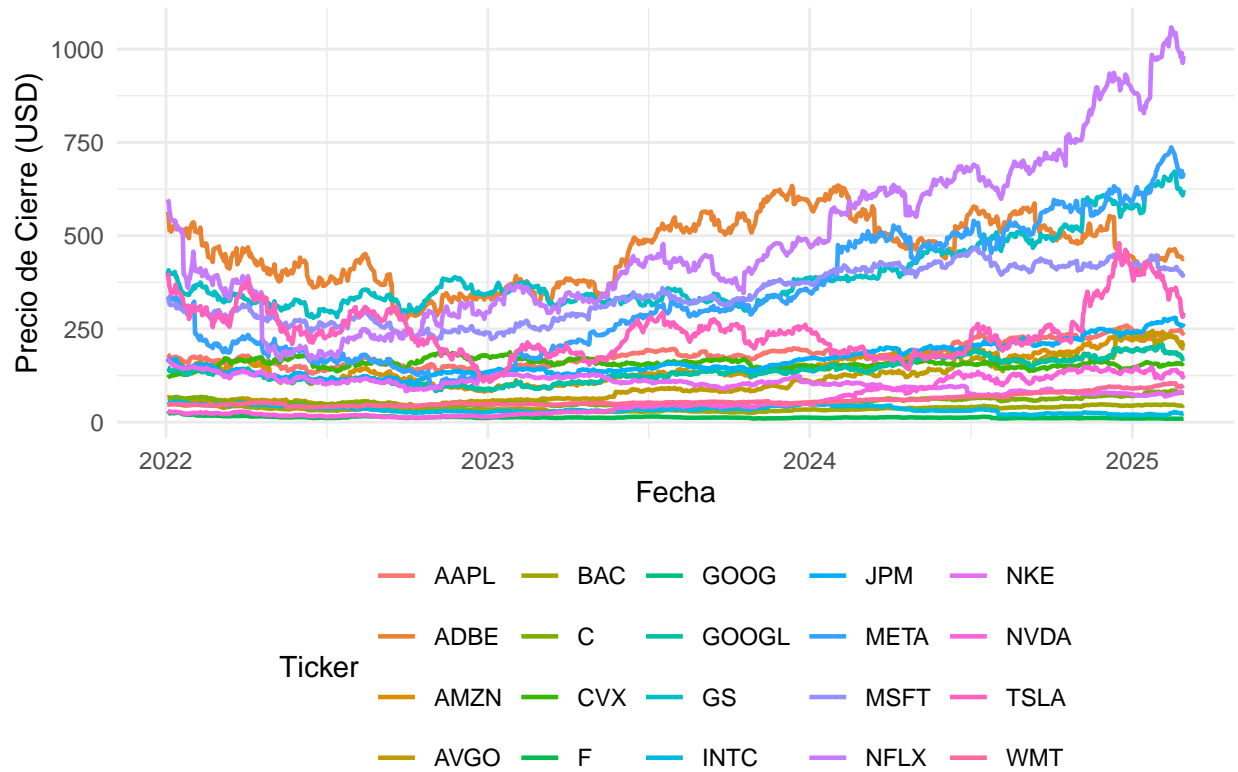
Racional: Bank of America es una de las principales instituciones financieras globales, con diversificación en banca minorista, inversión y servicios financieros, ofreciendo solidez ante cambios económicos. Justificación: Bank of America es una de las principales instituciones financieras globales, con diversificación en banca minorista, inversión y servicios financieros, ofreciendo solidez ante cambios económicos.

Citigroup Inc. (C) Sector: Servicios financieros Principales actividades: ofrece diversos productos y servicios financieros a consumidores, empresas, gobiernos e instituciones. Racional: Citigroup tiene una amplia presencia internacional, especialmente en mercados emergentes, lo que aporta diversificación geográfica y exposición a crecimiento fuera de EE.UU. Justificación: Citigroup tiene una amplia presencia internacional, especialmente en mercados emergentes, lo que aporta diversificación geográfica y exposición a crecimiento fuera de EE.UU.

visualización de datos

Con el objetivo de visualizar el comportamiento histórico de las emisoras seleccionadas, se elaboró un gráfico de líneas que muestra las series de tiempo de los precios de cierre de cada acción considerada en el análisis. Esta visualización permite identificar tendencias generales, episodios de volatilidad y comportamientos particulares que podrían influir en el cálculo del riesgo.

Serie de Tiempo de Precios de Cierre



Dado que el enfoque del análisis está centrado en la medición del riesgo, trabajar directamente con los precios de las acciones no es recomendable, ya que estos no suelen ser series estacionarias. La no estacionariedad implica que los precios presentan una tendencia (creciente o aleatoria), y no poseen una media ni varianza constantes en el tiempo. Esto representa un problema al aplicar modelos de Valor en Riesgo (VaR), los cuales requieren supuestos de estacionariedad para obtener resultados confiables.

Por esta razón, en nuestro análisis utilizamos los *rendimientos simples*, definidos como:

$$R_t = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}$$

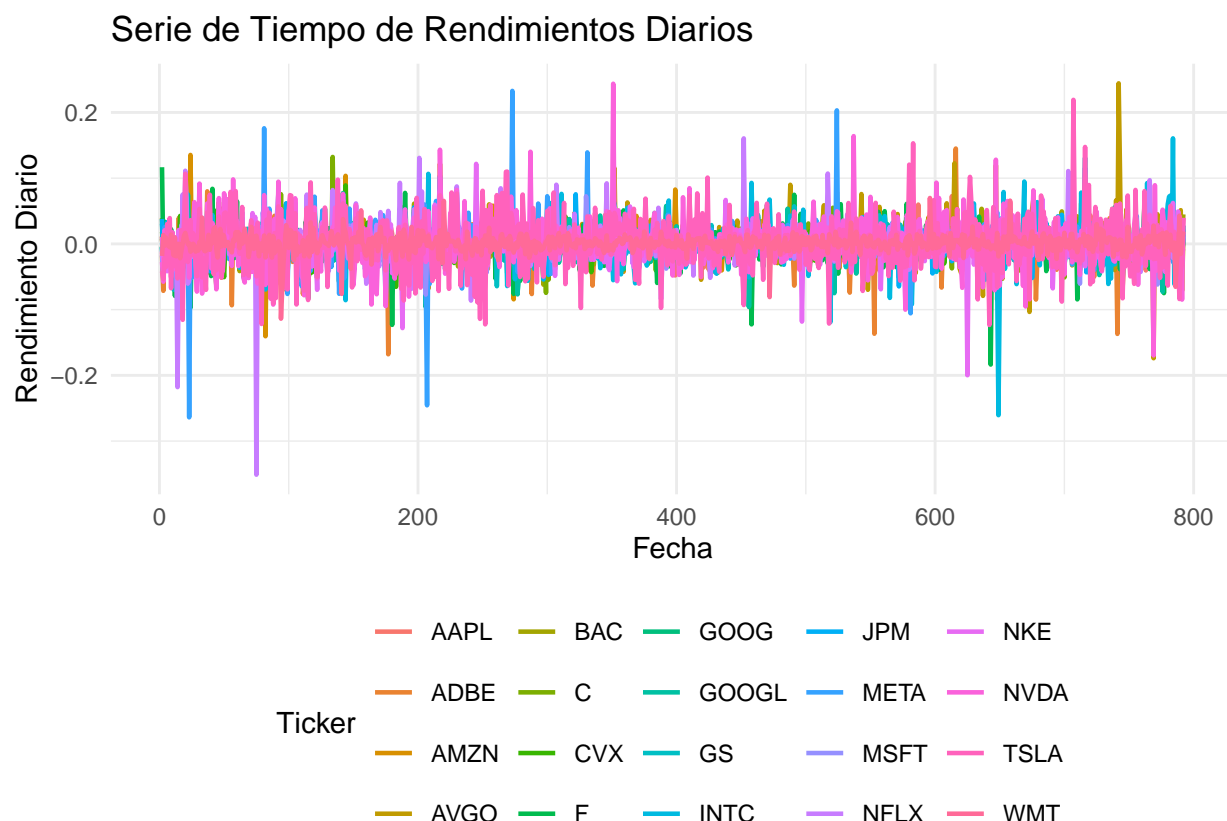
R_t : Rendimiento del activo en el período t

P_t : Precio del activo en el tiempo t

P_{t+1} : Precio del activo en el tiempo t+1 (siguiente periodo)

Y los graficamos para observar la diferencia con nuestras series de tiempo, nuevamente graficamos todas nuestras acciones, y aunque no se alcanza a observar claro que línea es de cada empresa, podemos ver que la serie ya es estacionaria.

A continuación, se presenta el gráfico de los rendimientos simples para cada una de las acciones en el portafolio. Si bien debido a la densidad de la información no es posible identificar fácilmente cada serie individual, se puede observar visualmente que las series son estacionarias, con fluctuaciones alrededor de una media constante y sin tendencia aparente.



Valor en Riesgo no paramétrico

En esta sección se calcula el Valor en Riesgo (VaR) individual y para el portafolio, utilizando varios métodos no paramétricos. Estos métodos permiten estimar el riesgo de pérdida sin hacer suposiciones sobre la distribución específica de los rendimientos, lo cual es útil para la estimación del riesgo en situaciones donde los datos no siguen distribuciones conocidas o estándar.

Simulación Histórica

En esta sección se presenta el cálculo del Valor en Riesgo (VaR) y la Pérdida Esperada (ES) utilizando el método de Simulación Histórica, que estima el riesgo de pérdida futura basándose en los rendimientos históricos observados. Este enfoque no hace suposiciones sobre la distribución de los rendimientos y, por lo tanto, refleja directamente el comportamiento pasado del activo.

El*VaR se calcula como el percentil inferior de los rendimientos históricos, lo que representa la pérdida máxima esperada en un nivel de confianza dado. El VaR para un nivel de confianza α es el valor tal que el área bajo la distribución de los rendimientos hasta este punto es igual a α .

El cálculo se realiza para cada emisora y para diferentes horizontes de tiempo: 1, 7, 15, 30, 60, 90 y 180 días. Además, se consideran tres niveles de confianza: 95%, 97% y 99%, lo que permite evaluar el riesgo bajo diversas condiciones.

El VaR para cada emisora i y horizonte de tiempo t se define como:

$$VaR_{\alpha} = \text{percentil}_{\alpha}(\text{rendimientos históricos})$$

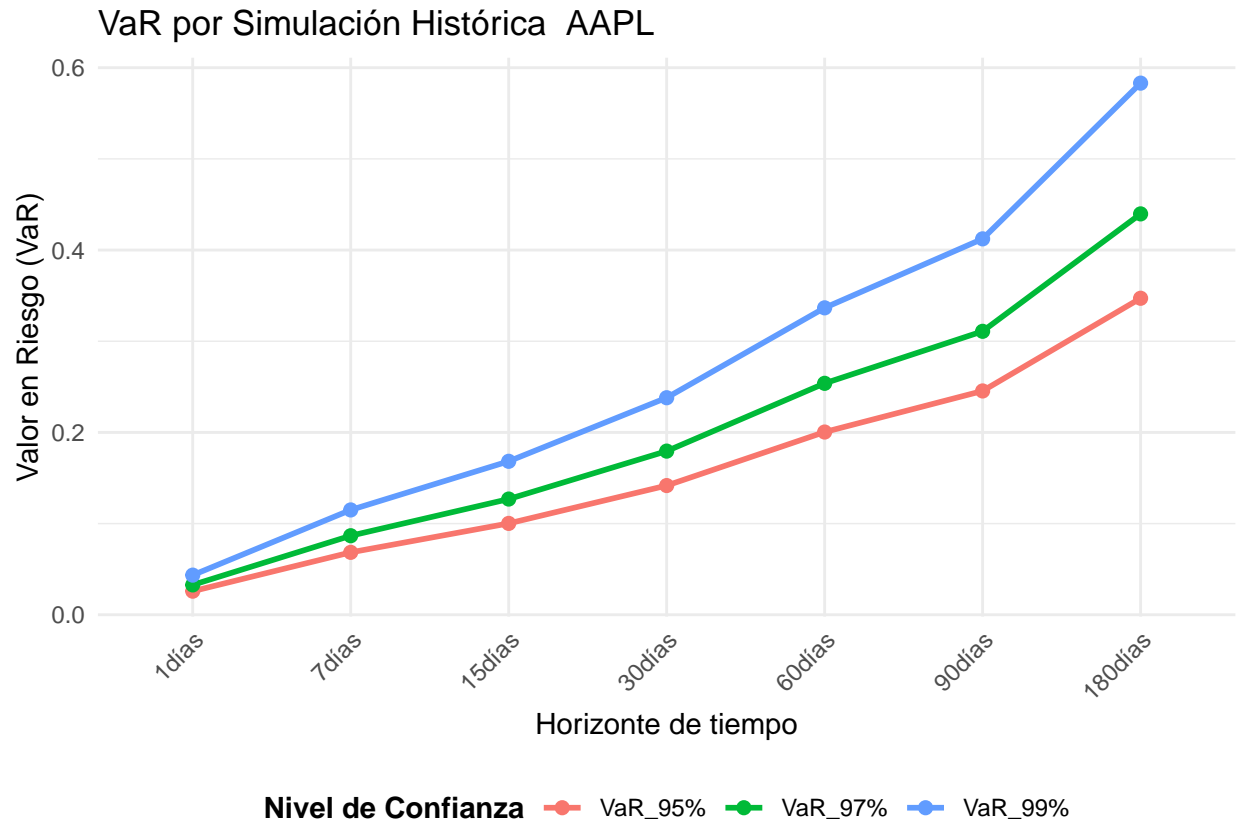
Por otro lado, la Pérdida Esperada (ES) se calcula como el valor promedio de las pérdidas que exceden el VaR. Esto proporciona una medida más completa del riesgo en situaciones extremas. La ES para un nivel de confianza α se calcula como el promedio de los rendimientos inferiores al VaR:

$$ES_{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Pérdida}_i \quad \text{si} \quad \text{Pérdida}_i \leq VaR_{\alpha}$$

A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos para cada emisora del S&P 500, considerando los diferentes horizontes de tiempo y niveles de confianza. La tabla muestra el VaR y la ES para cada emisora aleatoriamente con cada nivel de confianza (95%, 97%, 99%).

Table 1: VaR Historico

Emisora	Horizonte	VaR_95%	VaR_97%	VaR_99%	ES_95	ES_97	ES_99
P17	1días	0.0257823	0.0295909	0.0410692	0.0350427	0.0401611	0.0525798
P16	90días	0.4387076	0.5575743	0.8564142	0.6903251	0.8255144	1.0703570
P2	90días	0.2592759	0.3029708	0.4022957	0.3644969	0.4220917	0.5634271
P6	7días	0.0828787	0.1085089	0.1463366	0.1257137	0.1455852	0.1908976
P11	90días	0.3715999	0.4612408	0.7241144	0.5913378	0.7134344	0.9319696
P6	90días	0.2971770	0.3890790	0.5247171	0.4507700	0.5220230	0.6844989
P1	180días	0.3471417	0.4396612	0.5830687	0.5265119	0.6158440	0.8510135
P8	15días	0.1208379	0.1548437	0.2119028	0.1829935	0.2120452	0.2793095
P20	180días	0.3769994	0.4565654	0.7028241	0.5886145	0.7027746	1.0057650
P15	1días	0.0260975	0.0304199	0.0442620	0.0385192	0.0453009	0.0631972
P1	60días	0.2004223	0.2538385	0.3366349	0.3039818	0.3555577	0.4913329
P14	60días	0.2314946	0.3091607	0.4046289	0.3610150	0.4252357	0.5639721
P16	1días	0.0462438	0.0587735	0.0902740	0.0727667	0.0870169	0.1128255
P4	60días	0.2811559	0.3311229	0.4811475	0.4147190	0.4891423	0.7055533
P15	60días	0.2021502	0.2356313	0.3428518	0.2983688	0.3508993	0.4895235

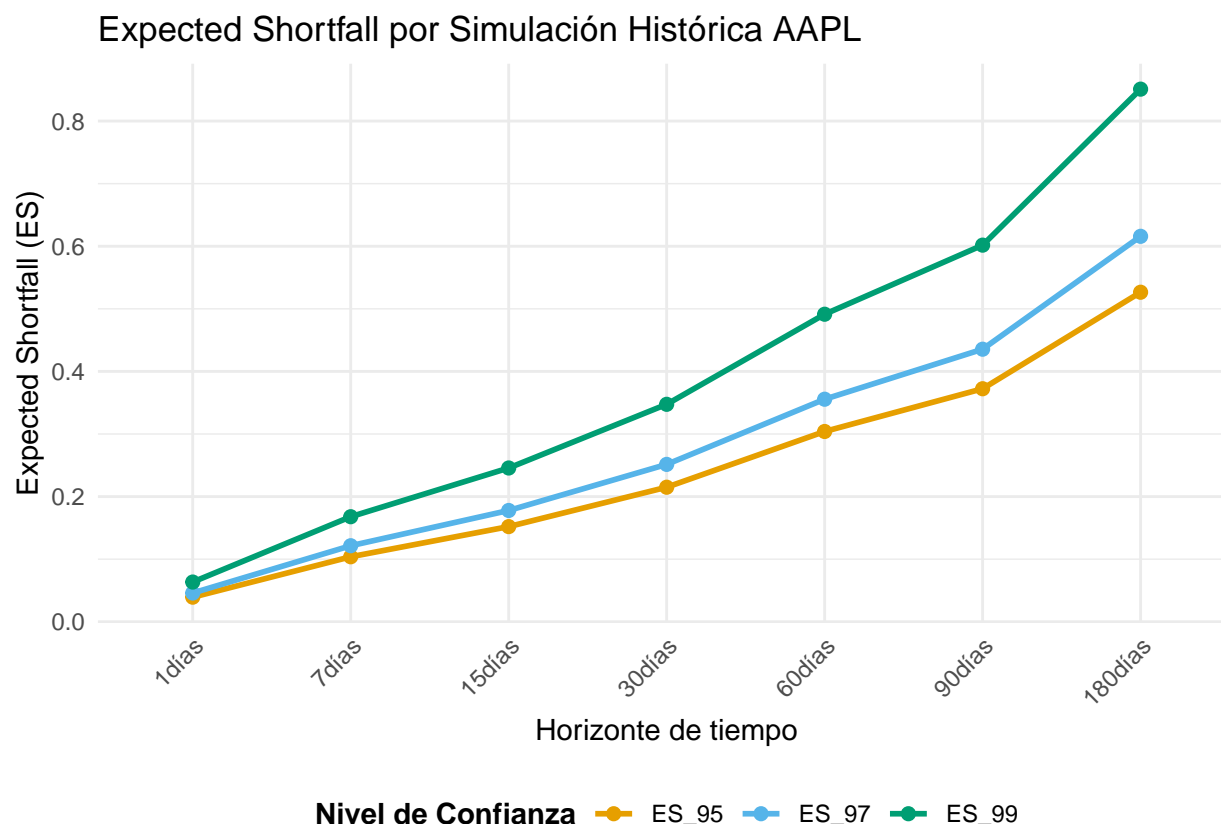


Este gráfico muestra cómo varía el Valor en Riesgo (VaR) de la emisora P1 en distintos horizontes de tiempo (1, 7, 15, 30, 60, 90 y 180 días) y para tres niveles de confianza (95%, 97%, 99%).

-A mayor horizonte de tiempo, el VaR aumenta. Esto tiene sentido porque al extender el plazo, hay más exposición al riesgo y, por tanto, mayor posibilidad de una pérdida acumulada.

-A mayor nivel de confianza, el VaR también aumenta. Esto refleja que si se quiere tener más certeza de no perder más que una cantidad determinada, se debe asumir un peor escenario (una mayor pérdida).

-La forma ascendente del gráfico confirma que el riesgo crece en escenarios más extremos y en plazos más largos.



Este gráfico complementa al anterior y muestra el Expected Shortfall (ES) para la misma emisora P1, también en distintos horizontes de tiempo y niveles de confianza.

-El ES es siempre mayor que el VaR, ya que mide el promedio de las pérdidas que superan al VaR. En otras palabras, qué tan graves pueden ser las pérdidas en el peor 1%, 3% o 5% de los casos.

-A medida que aumenta el horizonte o el nivel de confianza, el ES también crece significativamente.

-Este gráfico muestra que las pérdidas extremas son más severas de lo que el VaR por sí solo indica, lo cual resalta la utilidad del ES como medida complementaria del riesgo.

Los resultados obtenidos muestran cómo el VaR y la ES varían según el horizonte de tiempo y el nivel de confianza. En general, a medida que aumenta el nivel de confianza, tanto el VaR como la ES aumentan, reflejando un mayor riesgo de pérdida en situaciones extremas. Esto es consistente con la naturaleza de estos indicadores, que buscan capturar los eventos de cola de la distribución.

Con el objetivo de identificar las emisoras que presentan mayor exposición al riesgo extremo, se construyó la siguiente tabla que muestra el Top 10 de emisoras con los valores más altos de VaR al 99% en un horizonte de 180 días. Este nivel de confianza refleja escenarios de pérdidas severas, que podrían ocurrir solo en el 1% de los casos más desfavorables según el comportamiento histórico.

La tabla permite identificar rápidamente qué activos individuales representan el mayor riesgo potencial dentro del portafolio en términos de pérdidas extremas. Estos resultados son especialmente útiles para la gestión del riesgo, ya que facilitan decisiones como el ajuste del peso de ciertos activos o la implementación de estrategias de cobertura. En particular, emisoras con alto VaR tienden a ser más volátiles o sensibles a choques de mercado, por lo que requieren un seguimiento más riguroso. condiciones de mercado más extremas.

Table 2: Top 10 VaR al 99%

Emisora	Horizonte	VaR_95%	VaR_97%	VaR_99%	ES_95	ES_97	ES_99
PT	180días	13.0987890	15.3733849	19.5967547	17.3961165	19.6365361	24.0161601
P9	180días	0.8357337	1.0043888	1.3554626	1.1774891	1.3404087	1.7924391
P3	180días	0.7316030	0.9191842	1.2336441	1.1153106	1.3044134	1.8536987
P16	180días	0.6204262	0.7885292	1.2111526	0.9762671	1.1674537	1.5137134
P11	180días	0.5255216	0.6522931	1.0240524	0.8362779	1.0089487	1.3180041
P7	180días	0.5836961	0.7067627	0.9772946	0.9040110	1.0800796	1.6077807
P5	180días	0.5389103	0.6846592	0.8877576	0.9024493	1.1119857	1.8062143
P4	180días	0.4869763	0.5735217	0.8333719	0.7183144	0.8472192	1.2220541
P13	180días	0.4939185	0.5997442	0.8252190	0.7113703	0.8279053	1.0575215
P6	180días	0.4202717	0.5502408	0.7420621	0.6374850	0.7382519	0.9680277

Los resultados de la tabla muestran que el portafolio total (PT) presenta el mayor VaR, seguido por emisoras como TSLA (P9), NVDA (P3) y NFLX (P16), que son conocidas por su alta volatilidad y sensibilidad a cambios en el mercado. Estos valores reflejan que dichas acciones son las más expuestas a pérdidas extremas bajo condiciones similares a las históricas.

En contraste, emisoras como INTC (P11) o F (P13), aunque también aparecen en el top 10, presentan un nivel de riesgo algo menor, posiblemente por una menor volatilidad o menor correlación con shocks de mercado globales.

Esto resalta la importancia de considerar no solo el rendimiento esperado, sino también el perfil de riesgo extremo de cada activo al construir y gestionar un portafolio diversificado.

Simulación de Monte Carlo