

Capítulo 4

Análisis de tendencias en el mercado bursátil utilizando el proceso estocástico de Wiener y simulaciones de Monte Carlo

Akidel Novella Guerrero, Marlen Hernández Ortiz, Héctor Antonio Durán Muñoz

Resumen

El trabajo analiza la dinámica de precios de acciones y su aplicación en contratos forwards utilizando el Proceso Estocástico de Wiener y simulaciones Monte Carlo. Se estudian seis empresas del S&P 500 Apple, Meta, Visa, Coca-Cola, Starbucks y Nike por su representatividad sectorial, alta capitalización bursátil y disponibilidad de datos confiables. Estas compañías abarcan sectores clave como tecnología, consumo y servicios financieros, lo que permite analizar la variabilidad de precios en distintos contextos de mercado. El periodo 2019–2024 fue elegido por incluir eventos relevantes como la pandemia, la recuperación económica y cambios en tasas de interés, brindando un marco adecuado para evaluar el comportamiento estocástico de los precios y la utilidad de las simulaciones en escenarios de alta incertidumbre.

Palabras clave:
Estocástico;
Estadística;
Modelo Matemático;
Extrapolación;
Simulación.

Guerrero, A. N., Hernández Ortiz, M., & Durán Muñoz, H. A. (2026). Análisis de tendencias en el mercado bursátil utilizando el proceso estocástico de Wiener y simulaciones de Monte Carlo. En J. Martínez Pérez, M. Hernández Ortiz, & I. Ortiz Medina, (Coords). *Desafíos contemporáneos. Un análisis multiescalar de la tecnología, la sociedad y el territorio*. (pp. 115-142). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.363.c786>



Introducción

En el mundo de las finanzas, la predicción de precios de activos es una tarea crucial tanto para individuos como para instituciones financieras. En este trabajo, se han utilizado dos herramientas matemáticas avanzadas, el proceso estocástico de Wiener y la simulación de Monte Carlo, para realizar predicciones de precios de acciones del índice S&P 500 y así crear contratos de equity forwards para seis de sus acciones (Christoffersen & Mazzotta, 2023). El valor agregado de este estudio radica en la conjunción sistemática del proceso de Wiener y Monte Carlo para calibrar forwards sobre acciones de alta liquidez, algo no explorado en trabajos previos que se han centrado en mercados menos líquidos o instrumentos estandarizados.

Estas técnicas son fundamentales para modelar la incertidumbre y la volatilidad inherente a los mercados financieros (Fernández et al., 1997). El proceso estocástico de Wiener permite capturar los movimientos aleatorios en los precios de las acciones, mientras que la simulación de Monte Carlo se emplea para generar una amplia gama de posibles escenarios futuros. Al combinar estas herramientas, es posible obtener estimaciones precisas de los precios de las acciones bajo diferentes condiciones de mercado, facilitando así la toma de decisiones más informada (Hernández Vargas, 2023). Esta aproximación metodológica aporta pertinencia al análisis, permite cuantificar la exposición al riesgo en escenarios extremos, algo crucial en entornos de elevada volatilidad como los vividos tras la pandemia del COVID-19.

En este análisis, se aplicaron estas metodologías a seis empresas del S&P 500 —Apple, Meta, Visa, CocaCola, Starbucks y Nike— por su representatividad sectorial, alta capitalización bursátil y disponibilidad de datos confiables. Estas compañías abarcan sectores clave como tecnología, consumo y servicios financieros, lo que permite estudiar la variabilidad de precios en distintos contextos

de mercado (Damghani & Kos, 2020). El periodo 2019–2024 fue elegido por incluir eventos relevantes como la pandemia de COVID19, la recuperación económica y cambios en tasas de interés, brindando un marco adecuado para evaluar el comportamiento estocástico de los precios y la utilidad de las simulaciones en escenarios de alta incertidumbre.

Por tanto, este trabajo no solo extiende la literatura sobre valoración de forwards con simulaciones estocásticas, sino que ofrece a inversores y gestores una herramienta práctica para diseñar estrategias de cobertura y especulación basadas en datos cuantitativos robustos, reforzando su toma de decisiones en mercados complejos.

Empresas analizadas

A continuación, se describe la importancia de cada una de las empresas consideradas en este estudio de tendencias de inversión en el mercado bursátil mediante su respectivo modelo de negocio (Damghani & Kos, 2020).

- Apple Inc. es una empresa tecnológica multinacional fundada en 1976 y con sede en Cupertino, California. Se dedica al diseño, fabricación y venta de dispositivos electrónicos, software y servicios digitales. Entre sus productos más icónicos se encuentran el iPhone, iPad, MacBook y Apple Watch, los cuales han transformado la industria de la tecnología y han establecido a Apple como un líder en innovación. El modelo de negocio de Apple es una combinación de ventas de hardware, software y servicios. La compañía se enfoca en crear una experiencia de usuario integrada y coherente, lo que significa que el hardware y el software están diseñados para trabajar en conjunto. Además de los ingresos por venta de dispositivos, Apple genera ingresos significativos a través de su ecosistema de servicios, como iCloud, Apple Music, Apple TV+, y el App Store. Estos

servicios no solo proporcionan un flujo constante de ingresos por suscripción, sino que también fomentan la lealtad del cliente al integrar todos los aspectos de su vida digital en una única plataforma. Apple se destaca por sus elevados márgenes de beneficio, impulsados en gran parte por su estrategia de diferenciación.

- Meta Platforms, Inc., anteriormente conocida como Facebook, Inc., es una empresa de tecnología y redes sociales fundada en 2004 y con sede en Menlo Park, California. Meta opera algunas de las redes sociales más populares del mundo, incluyendo Facebook, Instagram y WhatsApp. En 2021, la empresa cambió su nombre a Meta para reflejar su enfoque en el metaverso, una visión de un entorno de realidad virtual y aumentada donde las personas pueden interactuar digitalmente. El modelo de negocio de Meta se basa fundamentalmente en la publicidad digital. La empresa ofrece a los anunciantes la posibilidad de dirigirse a usuarios altamente segmentados mediante el análisis de datos demográficos, intereses y comportamientos en línea. Meta utiliza sofisticados algoritmos de inteligencia artificial para personalizar la experiencia publicitaria, permitiendo a las empresas llegar a audiencias específicas con anuncios relevantes. Aunque su principal fuente de ingresos es la publicidad, Meta también ha comenzado a explorar nuevas oportunidades de negocio en el ámbito de la realidad virtual y aumentada con productos como Oculus y Horizon Worlds, con la intención de crear un ecosistema digital inmersivo.
- Visa Inc. es una empresa líder en servicios financieros que facilita pagos electrónicos mediante su red global de pagos, conectando a bancos, comercios y consumidores. Fundada en 1958 y con sede en Foster City, California, Visa no emite tarjetas de crédito o débito directamente a los consumidores, sino que ofrece servicios de procesamiento

de pagos a instituciones financieras. El modelo de negocio de Visa se basa en los ingresos generados por las tarifas que cobra por procesar transacciones. Estas tarifas pueden dividirse en dos categorías principales: tasas de intercambio, que los comercios pagan a los bancos emisores, y tasas de procesamiento, que Visa cobra por autorizar y liquidar las transacciones. La compañía se beneficia de cada transacción realizada a través de su red, lo que significa que sus ingresos están directamente relacionados con el volumen de pagos electrónicos. Además, esta invierte significativamente en la mejora de su infraestructura tecnológica y en la seguridad de sus transacciones, lo que refuerza su posición como líder en pagos seguros y rápidos a nivel global.

- Coca-Cola es una de las empresas de bebidas más grandes y reconocidas a nivel mundial. Fundada en 1886 y con sede en Atlanta, Georgia, Coca-Cola produce y comercializa una amplia gama de bebidas, incluyendo refrescos, jugos, aguas embotelladas, bebidas energéticas y té. Su producto principal, Coca-Cola, es una de las marcas más valiosas del mundo y se ha convertido en un símbolo de la cultura popular global. El modelo de negocio de Coca-Cola se basa en una red global de embotelladoras y en un sistema de franquicias que le permite distribuir sus productos en más de 200 países. La compañía fabrica concentrados y jarabes, que vende a sus embotelladoras franquiciadas, quienes a su vez producen y distribuyen las bebidas bajo la marca Coca-Cola. Este enfoque de negocio permite a Coca-Cola mantener altos márgenes de beneficio al tiempo que reduce los costos y riesgos asociados con la producción y distribución directa. Además, Coca-Cola realiza importantes inversiones en marketing para fortalecer la lealtad del consumidor y ampliar su presencia de marca en todo el mundo.

- Starbucks Corporation es una cadena de cafeterías multinacional fundada en 1971 y con sede en Seattle, Washington. La compañía se especializa en la venta de café, bebidas artesanales y productos alimenticios, y es reconocida por su ambiente acogedor y su enfoque en la experiencia del cliente. Starbucks ha redefinido el concepto de cafetería, convirtiéndolo en un espacio de encuentro y trabajo para millones de personas alrededor del mundo. El modelo de negocio de Starbucks se basa en una combinación de tiendas operadas por la empresa y franquicias. La compañía se diferencia al ofrecer productos de alta calidad y al crear un ambiente que invita a los clientes a quedarse y disfrutar de su tiempo en el lugar. Starbucks también cuenta con un sólido programa de fidelización que permite a los clientes acumular puntos y recibir beneficios, lo que contribuye a la repetición de visitas. Además, Starbucks se ha expandido a la venta de productos en supermercados y en su tienda en línea, diversificando así sus fuentes de ingresos y fortaleciendo su presencia en el mercado global.
- Nike, Inc. es una empresa multinacional dedicada al diseño, fabricación y comercialización de ropa, calzado y equipamiento deportivo. Fundada en 1964 y con sede en Beaverton, Oregó. Nike es una de las marcas más reconocidas en la industria deportiva. Sus productos están orientados a una amplia gama de deportes y actividades físicas, y se dirigen tanto a atletas profesionales como a consumidores comunes. El modelo de negocio de Nike se centra en la innovación en diseño y tecnología, así como en una poderosa estrategia de marketing que incluye el patrocinio de deportistas y equipos de renombre. Además de sus ventas al por mayor a través de minoristas, Nike también se enfoca en ventas directas al consumidor mediante sus tiendas propias y su plataforma en línea. La compañía ha adoptado una estrategia de digitalización, con aplicaciones

que proporcionan experiencias personalizadas, fortaleciendo la relación con sus clientes y fomentando la lealtad a la marca. Nike ha establecido un modelo de negocio robusto que combina la producción de alta calidad con una marca fuerte y altamente reconocida en todo el mundo.

Por lo tanto, las empresas seleccionadas son diversas en su área de servicio y su similitud se caracteriza por la popularidad que presentan en el mercado internacional.

Modelos estocásticos y matemáticos

En este apartado se presentan los métodos utilizados en el estudio. La extracción de los precios de la acción en el mercado de cada una de las empresas es realizada del 30 de septiembre de 2019 al 30 de septiembre del 2024, periodo de tiempo reciente considerando los últimos 5 años al momento de recopilar la información. Las técnicas utilizadas en este trabajo se realizaron con el software R-Studio Versión 4.4.1 con el apoyo de R Core Team (2023).

Proceso Wiener

Un proceso estocástico o función aleatoria describe la evolución temporal de una variable aleatoria. En este trabajo se presentará, de forma intuitiva, uno de los procesos estocásticos más importantes en estadística, y que se denomina el Movimiento Browniano o proceso estocástico de Wiener estándar y que desempeña un papel muy importante en la modelización de la dinámica de activos subyacente en finanzas fue escogido por su simplicidad y precisión en las estimaciones de fenómenos aleatorios. El Movimiento Browniano es un proceso estocástico (o función aleatoria) que toma valores continuos y depende de una variable independiente, que por conveniencia denota el tiempo, el cual también se considera como variable continua. El Movimiento Browniano ha resultado adecuado

para describir el comportamiento de variables económico-financieras (Vives Santa-Eulàlia, 1993).

El Movimiento Browniano en Finanzas se representa con un modelo Lognormal, formulado mediante una ecuación diferencial denominada estocástica de tipo Itô para describir la dinámica de un subyacente (ver ecuación 1).

$$\frac{ds}{s} = \mu \cdot \Delta t + \sigma \cdot \epsilon_t \cdot (\Delta t)^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 1

Donde:

- ds/s : variación del subyacente
- μ : media de los rendimientos históricos
- σ : volatilidad de los rendimientos históricos
- Δ_t : variación del tiempo
- ϵ_t : ruido blanco (comportamiento normal)

La solución de la Ecuación 1, se presenta en la Ecuación 2 la cual se aplica para realizar el proceso Wiener para predecir el precio de las acciones al tiempo t partiendo del tiempo anterior ($t-1$).

$$S_t = S_{t-1} + S_{t-1}(\mu \cdot \Delta t + \sigma \cdot \epsilon_t \cdot (\Delta t)^{\frac{1}{2}})$$

Ecuación 2

Simulación Monte Carlo

Para complementar los resultados que se presentan a partir de las distintas trayectorias que puede tomar el precio de una acción mediante el Proceso Weiner, se realizaron 10,000 simulaciones del

Proceso Weiner de cada una de las seleccionadas, mediante el uso de la simulación Monte Carlo. Este método consiste en realizar múltiples simulaciones aleatorias que generan diferentes posibles caminos que los precios de los activos podrían seguir en el futuro, basándose en su comportamiento histórico y en la volatilidad observada en los mercados (Buraschi & Whelan, 2021).

Estos precios simulados serán comparados con un precio teórico forward, calculado utilizando fórmulas financieras estándar que consideran el costo de oportunidad de mantener una posición en el activo a lo largo del tiempo.

Contratos Forwards

Los acuerdos de un precio de acción deben derivarse de la cotización a partir del uso de uno o más modelos. Una opción más para determinar el precio de las acciones correspondientes a las empresas mencionadas es el precio forward o tasa forward. Que se conceptualiza como el precio acordado entre dos partes para una transacción futura (Merino, 2021).

Se calcula en función del precio actual del activo subyacente, el tiempo hasta la fecha de vencimiento y las tasas de interés (ver ecuación 3).

$$F(t, T) = S_t e^{r(T-t)}$$

Ecuación 3

Donde:

- S_t es el activo con valor actual t .
- T tiempo de vencimiento.
- r es la tasa libre de riesgo.

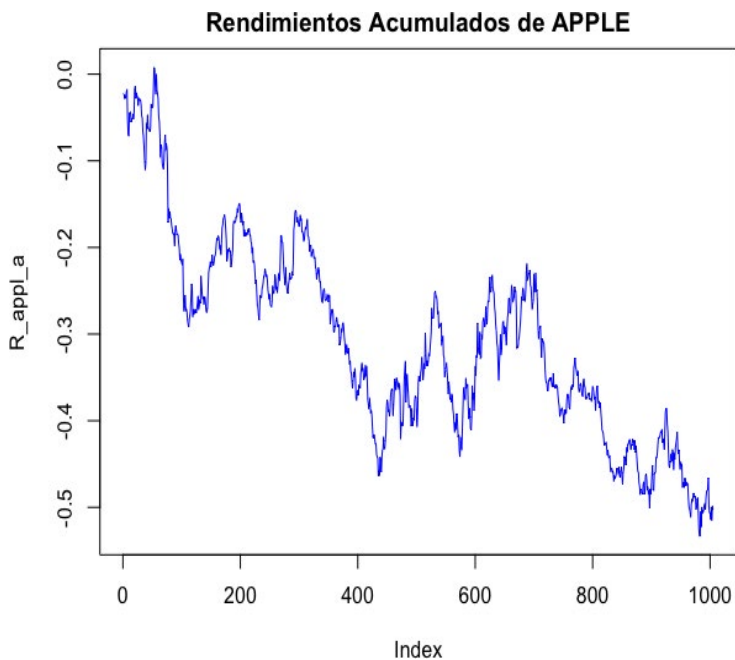
Resultados y discusiones

Precios obtenidos mediante el proceso Wiener

El análisis del comportamiento de los precios que presentan las acciones en las fechas mencionadas (30/09/19 - 30/09/24), se muestra a continuación para cada una de las empresas ya descritas, mediante los resultados obtenidos con el proceso Wiener.

La figura 1 presenta el gráfico que relaciona el rendimiento acumulado de APPLE con el índice temporal. Se observa que a lo largo de los 5 años estudiados hay una tendencia a decaer el rendimiento. Sin embargo, a continuación, se analiza el comportamiento de los precios usando la Ecuación 2.

Figura 1. Rendimientos acumulados de APPLE respecto al índice temporal obtenida de R-Studio.



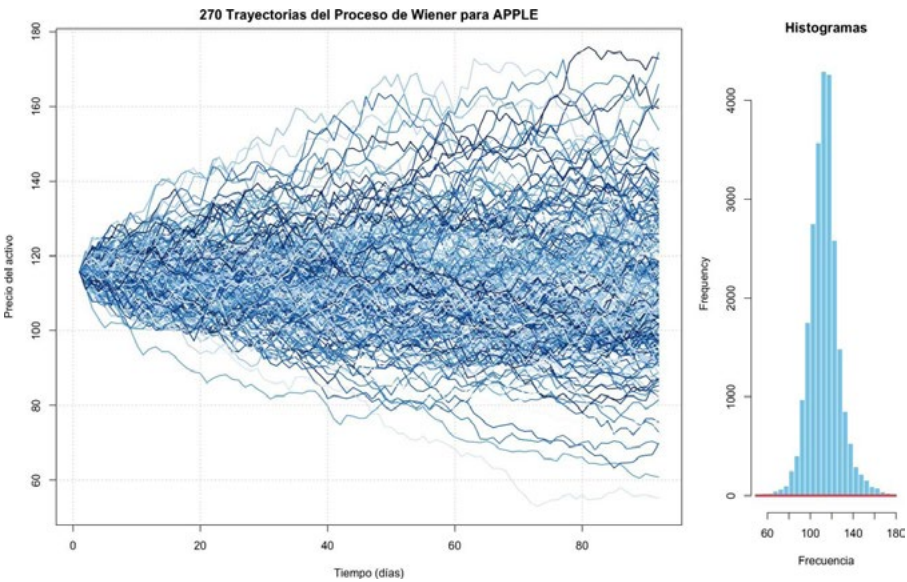
Fuente:

Para el primer valor de precio del día siguiente (t) de la acción se obtiene como:

$$S_t = 115.81 + 115.81 (0.0005447516 \cdot 1 + 0.01735643 \epsilon_t (1)^{\frac{1}{2}})$$

por lo tanto, se puede realizar esta iteración para los demás días, 270 veces, con lo que se obtienen las trayectorias del comportamiento de los precios del activo respecto al tiempo (ver figura 2). La media del precio correspondiente a los activos de APPLE es de 111.17 con desviación estándar de 18.79.

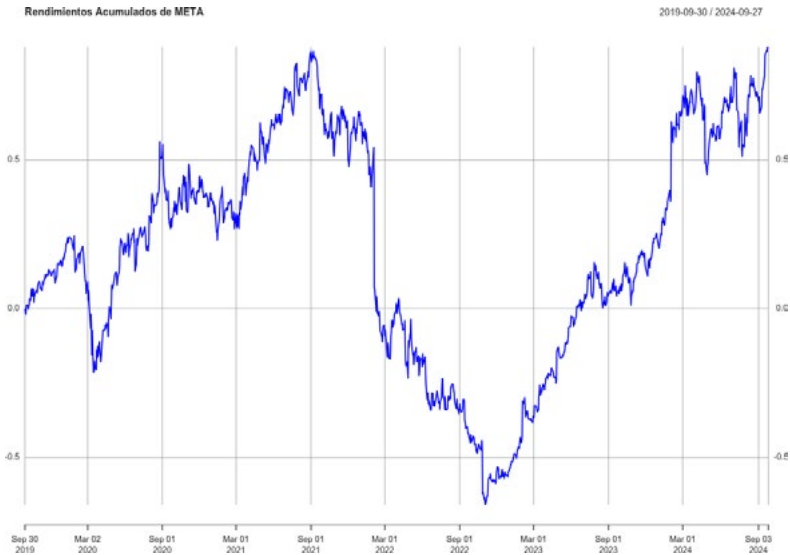
Figura 2. Precios del activo respecto al tiempo correspondiente a APPLE (270 trayectorias). Y su respectivo histograma (derecha).



Fuente:

La extracción de los precios de la acción en el mercado de META, en el periodo establecido se muestra en el gráfico de la figura 3.

Figura 3. Rendimientos acumulados versus índice temporal de META.

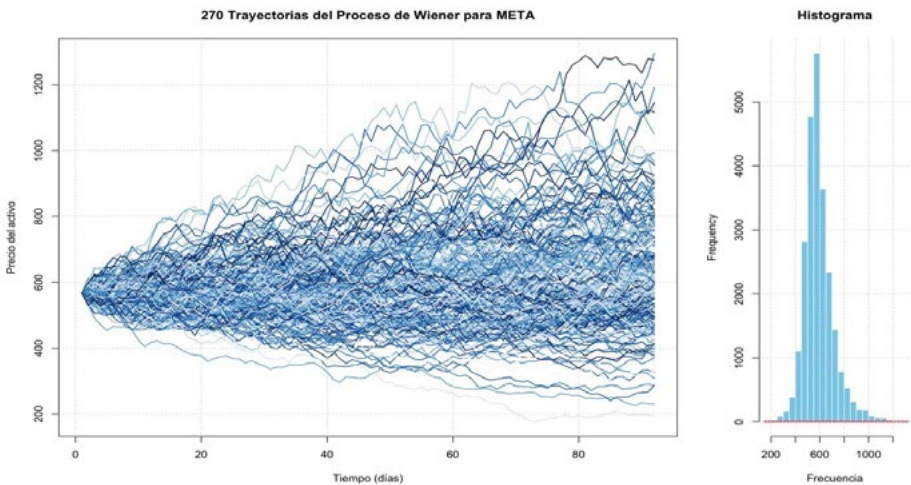


Fuente:

De tal manera, que el precio de la acción del primer valor día siguiente se presenta en a continuación de tal manera que se aplican 270 iteraciones del modelo y se obtiene una media en precio de 625.99 ± 174.91 (ver figura 4).

$$S_t = 567.36 + 567.36 (0.0009211138 \cdot 1 + 0.02850864 \epsilon_t (1)^{\frac{1}{2}})$$

Figura 4. Proceso de Wiener aplicado 270 veces para META. Precio del activo respecto al tiempo (izquierda) y su histograma (derecha).



Fuente:

En la figura 5 se presenta el comportamiento de los precios acumulados en el mercado de VISA conforme avanza el tiempo.

Figura 5. Rendimientos acumulados de VISA respecto al periodo de tiempo establecido.

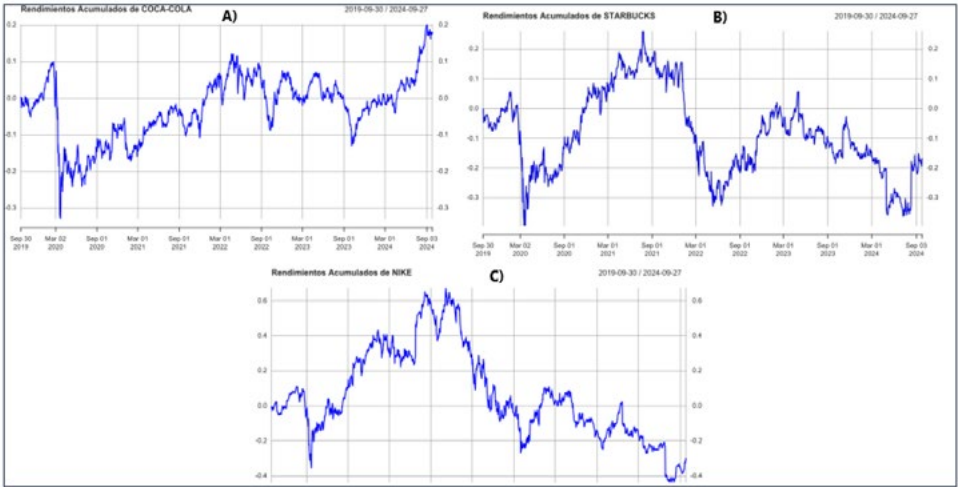


Fuente:

Para el primer valor de precio del día siguiente se aplica la Ecuación 2 y de la misma manera, se vuelve a realizar el proceso 270 veces, obteniendo un precio medio de 283.74 con desviación estándar de 47.54.

Procedimiento similar se realiza para obtener los precios de los activos de Coca-Cola, Starbucks y Nike. Cuyos precios promedio de las acciones son: 73.28 ± 8.49 , 98.02 ± 18.27 y 89.09 ± 17.19 . El comportamiento de los rendimientos acumulados de estas 3 empresas se muestra en la figura 6.

Figura 6. Rendimientos acumulados de Coca-Cola, Starbucks y Nike.



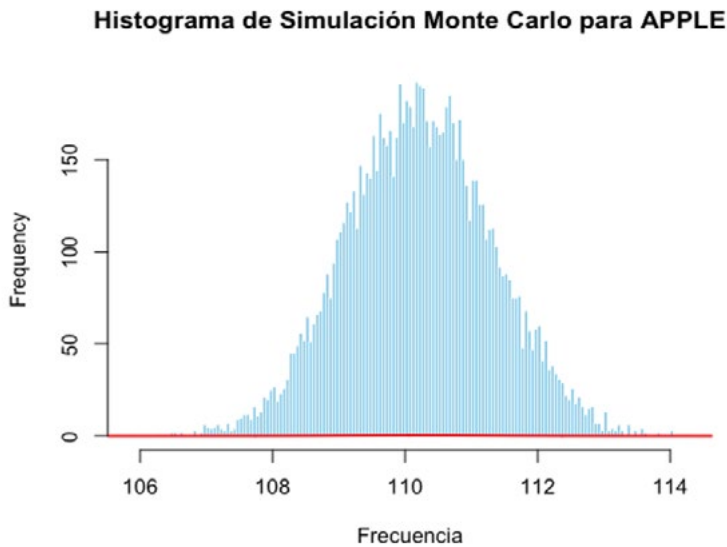
Fuente:

Precios por simulación Monte Carlo

Dado que las distintas trayectorias que puede tomar el precio de una acción, presentadas en la sección anterior, no son suficientes para estimar el comportamiento de precio al periodo que se necesita, se realizaron 10,000 simulaciones del Proceso Weiner de cada una de las seleccionadas, esto con el afán de mejorar el pronóstico de precio forward.

En la figura 7 se puede observar la distribución de los precios predichos para la acción de Apple. Los intervalos de confianza correspondientes a los percentiles 5 y 95 reflejan la variabilidad esperada en los precios, mientras que los valores de Var_20 y Var_80 proporcionan una estimación del rango intercuartil más conservador (ver Tabla 1). Esto permite visualizar el comportamiento del modelo bajo distintos escenarios. A su vez, se presenta como precio teórico de la acción un valor de 110.2907, considerando su desviación estándar de 18.36 este precio medio coincide con el obtenido mediante el proceso Wiener.

Figura 7. Simulación de precios predichos para la acción APPLE.



Fuente:

Tabla 1. Resultados de la Simulación Monte Carlo para Apple.

Media	Sigma	Var_20	Var_80	Var_05	Var_95
110.2107	18.35934	94.64617	124.8903	83.02116	142.3393

Fuente:

En la Tabla 2 se muestran los intervalos de confianza correspondientes a la variabilidad esperada en los precios (Var_05 y Var_95), y proporcionan una estimación del rango intercuartil más conservador (Var_20y Var_80). Sin embargo, el valor al que se le da más realce para la toma de decisiones es el de la media, el cual nos dice que el precio representativo de la acción META tiene un valor de 616.9238 ± 170.48 ; coincidente con el obtenido anteriormente.

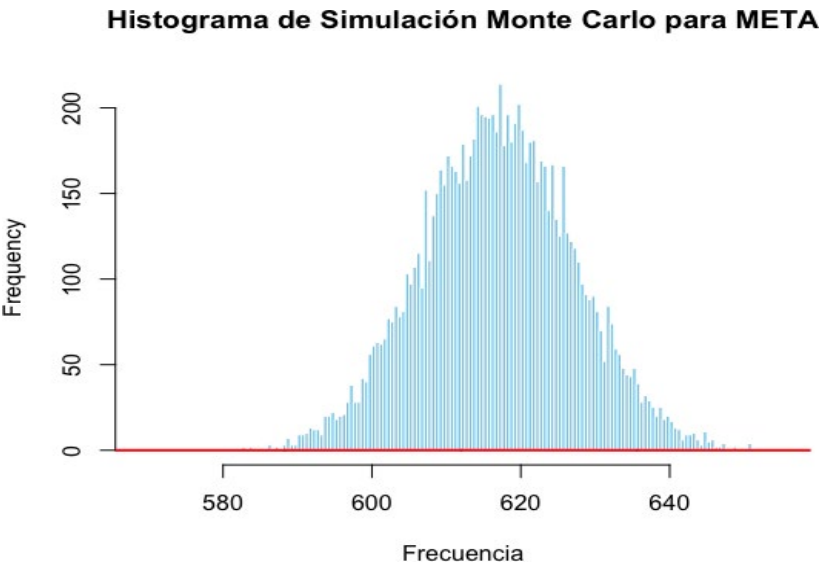
Tabla 2. Resultados de la Simulación Monte Carlo para META.

Media	Sigma	Var_20	Var_80	Var_05	Var_95
616.9238	170.4783	473.6985	746.7051	382.1068	925.6767

Fuente:

En la figura 8 se puede observar la distribución de los precios predichos para la acción de META. Mediante el método gráfico se puede observar una simetría en la parábola.

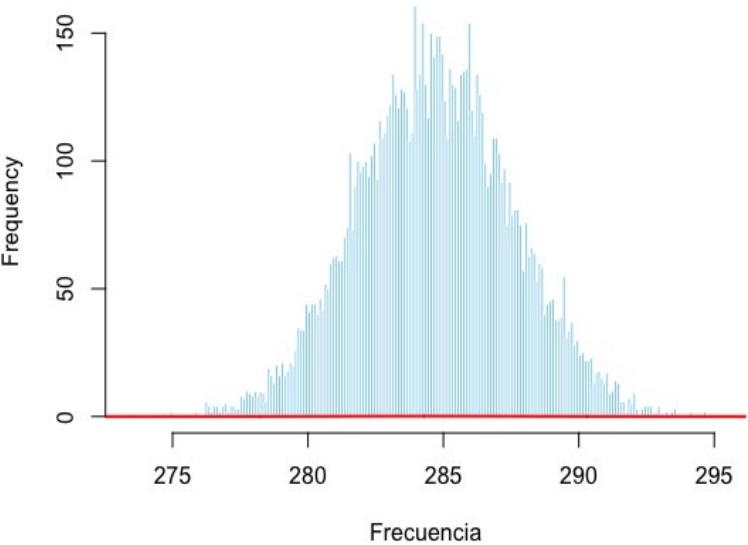
Figura 8. Distribución de los precios predichos para META con simulación Monte Carlo.



Fuente:

La distribución de los precios predichos para la acción de VISA se muestra en el histograma de simulación Monte Carlo de la figura 9. Con cálculos complementarios se confirma que el precio teórico de la acción da un valor de 284.69 con desviación estándar 47.87, resultado estadísticamente igual que el precio de esta acción calculado con el Proceso Wiener.

Figura 9. Distribución de la Simulación Monte Carlo para VISA.
Histograma de Simulación Monte Carlo para VISA



Fuente:

La Tabla 3 se pueden observar los intervalos de confianza correspondientes a los percentiles 05 y 95 de los precios predichos para la acción de Coca-Cola, Starbucks y Nike. Los cuales reflejan la variabilidad esperada en los precios, mientras que los valores de Var_20 y Var_80 proporcionan una estimación del rango intercuartil más conservador. Esto permite visualizar el comportamiento del modelo bajo distintos escenarios. Sin embargo, el precio promedio de las tres empresas es que el que se considera más representativo. Por lo tanto, la media de los precios de cada acción, respectivamente, son 73.24 ± 9.21 ,

98.04 ± 19.96 y 89.13 ± 18.78. Estos precios estadísticos son iguales a los obtenidos anteriormente.

Tabla 3. Resultados de la Simulación Monte Carlo para Coca-Cola, Starbucks y Nike.

Media	Sigma	Var_20	Var_80	Var_05	Var_95
73.24259	9.214996	65.42992	80.71807	59.2507	89.12349
98.04416	19.95639	81.15312	113.7652	69.17508	133.4082
89.12761	18.78291	73.2375	103.8787	62.08235	122.4885

Fuente:

Hasta el momento no hay una diferencia estadística fundamental en los precios promedio, calculados con ambos métodos: Proceso Wiener y Simulación Monte Carlo. Esto indica que el precio considerado como representativo es más confiable para la toma de decisiones. Pero, esto no termina aquí, es importante determinar los precios forwards.

Colocación de Precios Forwards

En la figura 10 se muestran los valores de los precios y límites de confianza para los precios forward de APPLE. Dado que el precio teórico forward 110.21 es inferior al precio actual del activo 115.81, se recomienda asegurar un mejor precio hoy para una compra futura. Esto puede ser ventajoso si se espera a que los precios caigan, permitiendo al inversionista beneficiarse de un precio más bajo en el futuro.

Figura 10. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward correspondientes a APPLE.

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	115.8100				
30/12/2024	110.2107	473.70	746.71	382.11	925.68

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	115.81
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
TASA R_{diaria}	-0.0005448
Tasa de plusvalía	-13.73 %
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	110.21
Monto del Contrato (Forward)	110,209.00
Precio Wiener	110.2107
Monto del Contrato (Wiener)	110,210.70

Fuente:

Dado que el precio teórico forward (\$616.97) de la acción META es ligeramente superior al precio inicial (\$567.36), la compra de contratos forward podría ser beneficiosa (ver figura 11). Esto permite fijar el precio de compra a futuro, protegiéndose contra aumentos de precios que podrían ocurrir antes de que se efectúe la transacción. Además, el monto del contrato forward (\$616,966.90) sugiere una inversión significativa, lo que puede resultar en un impacto positivo en la rentabilidad si el precio del activo sigue la tendencia alcista proyectada.

Figura 11. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward de META.

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	567.36				
30/12/2024	616.92	473.6985	746.7051	382.1068	925.6767

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	567.36
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
TASA R_{diaria}	0.000921114
Tasa de plusvalía	23.21 %
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	616.97
Monto del Contrato (Forward)	616,966.90
Precio Wiener	616.92
Monto del Contrato (Wiener)	616,923.80

Fuente:

Para el caso VISA, el precio teórico forward (\$284.68) es ligeramente superior al precio inicial (\$275.17). Esta situación sugiere que los contratos forward podrían ser una buena opción, ya que permiten fijar el precio de compra a futuro, protegiéndose de aumentos en el precio del activo. Con un monto del contrato forward de \$284,682.83, esta estrategia puede resultar ventajosa si se espera que el activo aumente su valor. Esta recomendación es más clara en la figura 12.

Figura 12. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward de la acción VISA.

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	275.1700				
30/12/2024	284.69	244.1088	322.9415	213.8658	368.5064

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	275.1700
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
TASA R_{diaria}	0.000373479
Tasa de plusvalía	9.41 %
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	284.68
Monto del Contrato (Forward)	284,682.83
Precio Wiener	284.69
Monto del Contrato (Wiener)	284,689.50

Fuente:

Dado que el precio forward (\$73.24) de la empresa Coca-Cola es superior al precio inicial (\$71.79), comprar un contrato forward podría ser adecuado. Esto permitiría asegurar un precio de compra para el futuro a un costo predecible, especialmente si se espera que el precio del activo aumente. Por otro lado, si ya se poseen títulos, se pueden usar contratos forward para protegerse contra caídas en el precio al fijar el precio de venta (ver figura 13).

Figura 13. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward (Coca-Cola).

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	71.79				
30/12/2024	73.24	65.42992	80.71807	59.2507	98.12349

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	71.79
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
TASA R_{diaria}	0.000219909
Tasa de plusvalía	5.54 %
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	73.2411151
Monto del Contrato (Forward)	73.24112
Precio Wiener	73.24
Monto del Contrato (Wiener)	73.24259

Fuente:

Compra de Contratos Forward de Starbucks, se observa en la figura 14 que el precio teórico forward \$98.04 es superior al precio inicial \$97.36, comprar un contrato forward podría ser una estrategia adecuada. Esto permitiría asegurar un precio de compra en el futuro, protegiéndose contra posibles aumentos en el precio del activo. Si ya se poseen títulos, considerar el uso de contratos forward para proteger las inversiones que se tienen puede ser prudente. Esto permite fijar un precio de venta en caso de que el mercado se vuelva desfavorable.

Figura 14. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward de la acción Starbucks.

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	97.36				
30/12/2024	98.04	81.15312	113.7652	69.17508	133.4082

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	97.36
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
TASA R_{diaria}	0.000076563
Tasa de plusvalía	1.93%
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	98.04070566
Monto del Contrato (Forward)	98,040.71
Precio Wiener	98.04
Monto del Contrato (Wiener)	98.04416

Fuente:

En la figura 15 el precio inicial \$89.44 es superior al precio forward \$89.13 y Wiener \$89.09, se podría considerar vender cualquier posición que se tenga en este activo. Esto permitirá evitar pérdidas adicionales, especialmente si se anticipa que el precio seguirá cayendo. Así mismo no se recomienda adquirir nuevos contratos forward o títulos de este activo en este momento, ya que las expectativas de devaluación son negativas.

Figura 15. Valores de precios y límites de confianza para los precios forward de la empresa Nike.

Fecha	Precio	Lim Inf 20%	Lim Sup 80%	Lim Inf 5%	Lim Sup 95%
30/09/2024	89.440				
30/12/2024	89.13	73.2375	103.8787	62.08235	122.4885

Parámetro	Valor
Precio inicial (S_0)	89.44
Títulos	1,000.00
Modelo de Interés	Continuo
$TASA R_{diaria}$	-0.00003885
Tasa de plusvalía	-0.98%
Tiempo (días)	91
Precio Teórico Forward	89.12
Monto del Contrato (Forward)	89.12434
Precio Wiener	89.13
Monto del Contrato (Wiener)	89.12761

Fuente:

Conclusiones

Este trabajo ha demostrado que la integración del proceso estocástico de Wiener con simulaciones de Monte Carlo constituye un enfoque robusto para la valoración de contratos forward sobre acciones de alta liquidez del S&P 500. Al comparar sistemáticamente los precios forwards teóricos con las distribuciones generadas por más de 200 trayectorias simuladas, se ha puesto de manifiesto la capacidad de este método para capturar la variabilidad intrínseca de los precios y ofrecer estimaciones fundamentadas en escenarios de mercado realistas.

Los resultados obtenidos permiten identificar, para cada una de las seis empresas estudiadas, los puntos de inflexión en los que conviene adoptar una estrategia de compra, venta o mantenimiento del activo. Estas discrepancias entre las cotas simuladas y el precio forward teórico ofrecen a los gestores de portafolio señales

cuantitativas precisas para diseñar coberturas adaptativas y optimizar el rendimiento frente a distintos regímenes de volatilidad.

No obstante, el modelo presenta limitaciones derivadas de suposiciones como la continuidad del movimiento browniano y la omisión de eventos extremos —crisis sistémicas, choques geopolíticos o saltos de volatilidad súbitos— que pueden alterar drásticamente la dinámica de precios. Además, la dependencia de parámetros históricos para calibrar volatilidades y tasas libres de riesgo puede reducir la capacidad predictiva en periodos de tensión financiera no contemplados en el horizonte de datos.

Por ello, se recomienda complementar esta metodología cuantitativa con un seguimiento constante del análisis fundamental de las empresas, así como la incorporación de indicadores macroeconómicos y de sentimiento de mercado en tiempo real. La combinación de simulaciones estocásticas con enfoques híbridos —por ejemplo, modelos de salto-difusión o redes neuronales para detección de regime changes— podría mejorar la adaptabilidad del modelo a entornos altamente inciertos.

Finalmente, el marco desarrollado sienta las bases para futuras investigaciones que exploren correlaciones intersectoriales, efectos de liquidez y mecanismos de retroalimentación entre variables de mercado. Al dotar a inversores e instituciones de herramientas más precisas para gestionar riesgos y tomar decisiones proactivas, este enfoque contribuye a un uso más eficiente del capital y a la construcción de carteras resilientes frente a la complejidad y la volatilidad del mercado de acciones.

Referencias

- Buraschi, A., & Whelan, P. (2021). Dynamic risk management for equity portfolios: A Monte Carlo approach. *Journal of Financial Markets*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2021.100678>
- Christoffersen, P., & Mazzotta, S. (2023). The impact of risk-free rate uncertainty on derivative pricing. *Journal of Derivatives*, 30(4), 45-61. <https://doi.org/10.3905/jod.2023.1.045>
- Damghani, B. M., & Kos, A. (2020). Forward pricing in equity markets: A stochastic volatility framework. *Quantitative Finance*, 20(9), 1421-1440. <https://doi.org/10.1080/14697688.2020.1750672>
- Fernández, P. L., Ramos, J. A. S., & García, A. H. D. C. (1997). Cálculo estocástico y finanzas: Modelos de dinámica estocástica de tipos de interés. *Boletín de Estudios Económicos*, 52(1), 77.
- Glasserman, P. (2023). *Monte Carlo methods in financial engineering*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1454-5>
- Hernández Vargas, A. (2023). *Modelo estocástico de la evolución fenotípica: Un acercamiento desde la teoría de juegos y el cálculo estocástico* [Tesis de licenciatura, Universidad de los Andes].
- Hull, J. C. (2022). *Options, futures, and other derivatives*. Pearson. <https://doi.org/10.12987/9780300231349>
- Merino, R. (2021). La fórmula de descomposición para la valoración de opciones de compra bajo el modelo de Heston. *Revista Metropolitana de Matemáticas*, 12(1), 81-97. <https://doi.org/10.24275/uami/dcbi/mix/v12n1/rmerino>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Vives Santa-Eulàlia, J. (1993). *Cálculo de variaciones estocásticas en los espacios de Wiener y de Poisson: Aplicación a la regularidad del supremo y del tiempo local* [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona].

Trend Analysis in the Stock Market Using the Wiener Stochastic Process and Monte Carlo Simulations

Análise de Tendências no Mercado Acionário Utilizando o Processo Estocástico de Wiener e Simulações de Monte Carlo

Akidel Novella Guerrero

Universidad Autónoma de Zacatecas | Zacatecas | México

<https://orcid.org/0009-0009-0759-1820>

38197140@uaz.edu.mx

akdielng@gmail.com

Estudiante de la Licenciatura en Actuaría en la Universidad Autónoma de Zacatecas(UAZ).

Cursos Python, Machine Learning, Power BI y Tecnologías Emergentes a través de Open Academic Santander. Un capítulo del libro relacionado con inversiones.

Marlen Hernández Ortiz

Universidad Autónoma de Zacatecas | Zacatecas | México

<https://orcid.org/0000-0003-2428-9016>

marlen.hernandez@uaz.edu.mx

marlen.hernandez@uaz.edu.mx

Licenciada en Matemáticas y Maestra en Ciencias Nucleares en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); Doctora en Ciencia de los Materiales por la Universidad de Sonora. Es SNI 1 y Perfil PRODEP.

Héctor Antonio Durán Muñoz

Universidad Autónoma de Zacatecas | Zacatecas | México

<https://orcid.org/0000-0002-7190-3528>

hectorduranm@uaz.edu.mx

hectorduran3@gmail.com

Licenciado en Matemáticas y Maestro en Ciencias Nucleares en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); Doctor en Ciencia de los Materiales por la Universidad de Sonora. Es SNI 1 y Perfil PRODEP.

Abstract

This study analyzes stock price dynamics and their application in forward contracts using the Wiener stochastic process and Monte Carlo simulations. Six S&P 500 companies Apple, Meta, Visa, Coca-Cola, Starbucks, and Nike were selected for their sectoral representativeness, high market capitalization, and availability of reliable data. These companies span key sectors such as technology, consumer goods, and financial services, allowing for the analysis of price variability across different market contexts. The 2019–2024 period was chosen as it includes significant events such as the COVID-19 pandemic, economic recovery, and interest rate shifts, providing a suitable framework to assess stochastic price behavior and the effectiveness of simulations under high uncertainty scenarios. Keywords: Stochastic; Statistics; Mathematical Model; Extrapolation; Simulation.

Resumo

Este trabalho analisa a dinâmica de preços de ações e sua aplicação em contratos a termo utilizando o Processo Estocástico de Wiener e simulações de Monte Carlo. Foram estudadas seis empresas do S&P 500—Apple, Meta, Visa, Coca-Cola, Starbucks e Nike—por sua representatividade setorial, alta capitalização de mercado e disponibilidade de dados confiáveis. Essas companhias abrangem setores-chave como tecnologia, consumo e serviços financeiros, o que permite analisar a variabilidade de preços em diferentes contextos de mercado. O período de 2019 a 2024 foi escolhido por incluir eventos relevantes como a pandemia, a

recuperação econômica e mudanças nas taxas de juros, fornecendo um quadro adequado para avaliar o comportamento estocástico dos preços e a utilidade das simulações em cenários de alta incerteza.

Palavras-chave: Estocástico; Estatística; Modelo Matemático; Extrapolação; Simulação.