



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ESCUELA SUPERIOR CIUDAD SAHAGUN

LICENCIATURA EN CONTADURÍA

TESIS

**MODELO MARKOWITZ EN LA DIVERSIFICACION DE
PORTAFOLIOS: ANALISIS COMPARATIVO ANTES,
DURANTE Y DESPUES DEL COVID-19**

Para obtener el título de
Licenciada en Contaduría

PRESENTA

Cassandra Gallardo Villegas

Director (a)

Dra. Beatriz Sauza Avila

Codirector (a)

Dra. Dorie Cruz Ramírez

Comité tutorial

Dra. Suly Sendy Pérez Castañeda
Mtra. Claudia Beatriz Lechuga Canto
Mtra. Maria Martina Olvera Hidalgo

Cd. Sahagún, Hidalgo, 8 de septiembre de 2025.



MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

Por medio de la presente, le informo que en virtud de haber cumplido las modificaciones y correcciones que el grupo de sinodales realizó a la tesis **“Modelo Markowitz en la diversificación de portafolios: análisis comparativo antes, durante y después del Covid-19”**, presentada por Cassandra Gallardo Villegas, con matrícula 420729, de la Licenciatura en Contaduría, se ha decidido en reunión de sinodales autorizar la impresión de dicha tesis.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE	Dra. Suly Sendy Pérez Castañeda
PRIMERA VOCAL	Dra. Beatriz Sauza Avila
SEGUNDA VOCAL	Dra. Dorie Cruz Ramírez
TERCER VOCAL	Mtra. Maria Martina Olvera Hidalgo
SECRETARIA	Mtra. Claudia Beatriz Lechuga Canto
PRIMER SUPLENTE	LC. Luis Miguel Spínola Elías

Sin más por el momento, reitero a usted mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”
Cd. Sahagún, Hgo., a 8 de septiembre de 2025.

MTRA. CLAUDIA BEATRIZ LECHUGA CANTO
COORDINADORA LICENCIATURA EN CONTADURÍA

c.c.p.- Archivo,

Carretera Otumba - Cd. Sahagún No. 7, Colonia Legaspi, Zona Industrial, Ciudad Sahagún, Hidalgo, México C.P. 43998
Teléfono: 52 (771)7172000 Ext. 50201
essahagun@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”



2025



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis titulado “Modelo Markowitz en la diversificación de portafolios: análisis comparativo antes, durante y después del Covid-19” representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también el reflejo de un proceso lleno de aprendizajes, esfuerzo, constancia y crecimiento personal. Por ello, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me acompañaron, guiaron e inspiraron a lo largo de este camino.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia, a mi mamá Olivia Villegas, a su esposo Ernesto Galván, a mi hermana Azul Tayli y a mi novio Luis Antonio Ortiz, quienes han sido mi mayor fuente de fortaleza, inspiración y amor incondicional. Gracias por su apoyo constante, por motivarme a seguir adelante aún en los momentos más difíciles y por ser el sustento emocional que necesitaba cuando las fuerzas parecían desvanecerse. Cada palabra de aliento, cada gesto de cariño y cada sacrificio realizado en silencio me impulsaron a no rendirme. Este logro también es de ustedes.

A mis asesores académicos, quienes con paciencia y compromiso me guiaron a lo largo del desarrollo de esta investigación, mi más sincero reconocimiento. Gracias por compartir su experiencia, por sus observaciones oportunas y por haber confiado en mi capacidad de análisis y superación. Sus aportes fueron claves para enriquecer el enfoque de este estudio, así como para fortalecer mi criterio académico y profesional.

También agradezco a mis profesores y profesoras de la carrera, quienes contribuyeron con su conocimiento y dedicación a lo largo de mi formación universitaria. Cada clase, cada enseñanza y cada palabra de motivación dejaron una huella significativa en mi camino.

A mis compañeros y amigos, con quienes compartí largas jornadas de estudio, dudas, risas y desafíos: gracias por su compañía, su solidaridad y su apoyo en esta etapa que, sin ustedes, no hubiera sido igual. Valoro profundamente el compañerismo y la complicidad que surgieron en este trayecto académico.

No puedo dejar de mencionar el contexto en el que se desarrolló esta tesis. El impacto del Covid-19 marcó un antes y un después en muchos aspectos de nuestras vidas y este trabajo refleja también ese proceso de adaptación y resiliencia. Agradezco a todas las personas que, a pesar de las circunstancias difíciles, continuaron brindando su apoyo y demostrando que la unión y la perseverancia pueden superar cualquier adversidad.

Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron con este logro. Cada uno de ustedes ha sido parte fundamental de este proceso y siempre llevaré con gratitud el recuerdo de su presencia y ayuda. A todos ustedes, gracias por ser parte de este capítulo tan importante de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Resumen	7
Abstract	8
CAPÍTULO 1. CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	9
1.1 Diversificación de portafolios	11
1.2 Antecedentes del problema	12
1.3 Planteamiento del problema	14
1.4. Hipótesis	15
1.5 Justificación	15
1.6 Objetivos de investigación	17
1.7 Plan metodológico	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Portafolios de inversión	20
2.2. Diversificación de portafolios de inversión	22
2.3. Modelo Markowitz	25
2.4. Definición de variables para la aplicación del modelo	29
2.5. Software Solver	32
2.6. Pandemia Covid-19	32
CAPÍTULO 3. MARCO REFERENCIAL	35
3.1 Clasificación de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV)	35
3.2 Clasificación por sectores	36
3.3. Clasificación por subsectores	38
3.4. Sectores, subsectores y ramos	39
CAPÍTULO 4. DISEÑO METODOLÓGICO	54
4.1 Tipo de investigación	54
4.2 Población y muestra	57
4.3 Planteamiento del problema e hipótesis	58
4.4 Variables de investigación	60
4.5 Herramientas para el análisis	61
4.6 Procedimiento	61

CAPÍTULO 5. RESULTADOS	64
5.1 Resultados antes de la pandemia (enero 2017 – diciembre 2019)	64
5.2 Resultados durante la pandemia (enero 2020 – mayo 2023)	77
5.3 Resultados después de la pandemia (junio 2023 – marzo 2025)	90
CONCLUSIONES	103
Referencias	105
Anexos	123

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Curva de indiferencia	28
Figura 2. Curva óptima	28
Figura 3. Antecedentes Covid-19 en México	33
Figura 4. Frontera de Markowitz, periodo antes de la pandemia	75
Figura 5. Frontera de Markowitz, periodo durante la pandemia	88
Figura 6. Frontera de Markowitz, periodo después de la pandemia	100

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas de invertir en portafolios de inversión	24
Tabla 2. Clasificación de sectores y subsectores de la BMV	38
Tabla 3. Tabla de datos antes de la pandemia	68
Tabla 4. Coeficiente de correlación antes de la pandemia	68
Tabla 5. Covarianza antes de la pandemia	72
Tabla 6. Matriz de Markowitz antes de la pandemia	73
Tabla 7. Porcentajes de los portafolios antes de la pandemia	74
Tabla 8. Rendimiento y riesgo de los portafolios antes de la pandemia	76
Tabla 9. Tabla de datos durante la pandemia	81
Tabla 10. Coeficiente de correlación durante la pandemia	81
Tabla 11. Covarianza durante la pandemia	85
Tabla 12. Matriz de Markowitz durante la pandemia	86
Tabla 13. Porcentajes de los portafolios durante la pandemia	87
Tabla 14. Rendimiento y riesgo de los portafolios durante la pandemia	89
Tabla 15. Tabla de datos después de la pandemia	94
Tabla 16. Coeficiente de correlación después de la pandemia	94
Tabla 17. Covarianza después de la pandemia	98
Tabla 18. Matriz de Markowitz después de la pandemia	99
Tabla 19. Porcentajes de los portafolios después de la pandemia	100
Tabla 20. Rendimiento y riesgo de los portafolios después de la pandemia	101

RESUMEN

Esta tesis evalúa si el Modelo de Markowitz ayuda a construir portafolios más eficientes con acciones del subsector “Semiconductores y equipo relacionado” que cotizan en la BMV (y mercados vinculados), antes, durante y después de la pandemia de Covid-19.

El objetivo fue maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y reducir la volatilidad. Se trabajó con 10 empresas representativas y se usaron herramientas de Excel (estadística básica y Solver) para estimar rendimientos, varianzas, covarianzas y encontrar la frontera eficiente. En las tres etapas analizadas (2017–2019, 2020–2023 y 2023–2025) los portafolios diversificados ubicados en la frontera superaron a las carteras concentradas en pocas emisoras. En crisis (pandemia) la diversificación contuvo los movimientos bruscos; en recuperación (pospandemia) los puntos intermedios de la frontera ofrecieron mejor pago por unidad de riesgo que los extremos de máximo retorno.

La tesis aporta una metodología replicable para mandatos sectoriales: limitar concentración por emisora, monitorear correlaciones y rebalancear cuando cambian las condiciones del mercado, de ahí que sí conviene diversificar con Markowitz en semiconductores; mejora el rendimiento por unidad de riesgo y baja la volatilidad en contextos estables, de crisis y de normalización.

Palabras clave: Diversificación, portafolio, riesgo, semiconductores.

ABSTRACT

This thesis evaluates whether the Markowitz Model helps build more efficient portfolios using stocks from the “Semiconductors and Related Equipment” subsector listed on the Mexican Stock Exchange (and connected markets) before, during, and after the Covid-19 pandemic.

The goal was to maximize risk-adjusted returns and reduce volatility. We selected 10 representative firms and used Excel tools (basic statistics and Solver) to estimate returns, variances, covariances, and to obtain the efficient frontier. Across the three periods (2017–2019, 2020–2023, 2023–2025), diversified portfolios on the frontier outperformed concentrated portfolios. During the pandemic, diversification softened volatility; in the post-pandemic phase, intermediate points on the frontier delivered a better risk–return trade-off than maximum-return extremes.

The thesis provides a replicable workflow for sector-mandated investors: cap single-stock weights, track correlations, and rebalance as market regimes change. Diversifying with Markowitz is effective in semiconductors; it improves return per unit of risk and lowers volatility in stable, crisis, and recovery markets.

Keywords: Diversification, portfolio, risk, semiconductors.

CAPÍTULO 1. CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

La inversión en portafolios representa una estrategia clave para la gestión financiera personal y profesional, especialmente en contextos económicos marcados por la volatilidad y la incertidumbre. La decisión de invertir en un portafolio de activos no es un proceso uniforme, sino que depende de una variedad de factores individuales y del entorno financiero específico del inversionista. Esta complejidad hace que el estudio sobre la construcción y diversificación de portafolios se convierta en un tema relevante y necesario.

Un portafolio de inversión se define como una colección de activos financieros - como acciones, bonos, bienes raíces, fondos mutuos y divisas -, que un inversionista posee con el objetivo de diversificar riesgos y optimizar los rendimientos. El principio central que sustenta esta estrategia es que la diversificación permite reducir el impacto negativo de la caída del valor de un activo, ya que otros pueden compensar dichas pérdidas, protegiendo así el capital total invertido (Bodie, Kane y Marcus, 2021). Este enfoque busca no solo proteger el capital, sino también maximizar las oportunidades de rendimiento a largo plazo.

La diversificación es reconocida como uno de los principales beneficios de construir un portafolio, ya que minimiza el riesgo global al distribuirlo entre diferentes instrumentos financieros. Así, se mitiga la exposición a la volatilidad del mercado y se favorece la estabilidad del rendimiento del portafolio (Pastor, 2021; Méndez, 2022). Esta característica es especialmente valiosa en un entorno económico donde los mercados presentan fluctuaciones frecuentes y los eventos imprevistos pueden afectar negativamente la rentabilidad de los activos.

Invertir en portafolios bien estructurados no solo representa una alternativa más rentable frente a mecanismos tradicionales de ahorro, sino también permite al inversionista adaptar la combinación de activos a su perfil de riesgo y a sus objetivos financieros personales. Como indican Fedossova, Sierra y Britto (2022), la correcta selección y combinación de activos dentro del portafolio puede optimizar el rendimiento esperado conforme al nivel de riesgo asumido.

A nivel teórico, el modelo de media-varianza propuesto por Harry Markowitz (1952) en el *Journal of Portfolio Management*, constituye un pilar fundamental para entender cómo se puede alcanzar una diversificación óptima que maximice el rendimiento esperado para un nivel dado de riesgo. Este modelo ha sido ampliamente validado y utilizado en el diseño de portafolios que se alinean con objetivos estratégicos, permitiendo decisiones de inversión racionales y basadas en análisis cuantitativos, en lugar de reacciones emocionales ante la incertidumbre.

De manera complementaria, estudios publicados en el *Financial Analysts Journal* (Sharpe, 1994) y en el *Journal of Behavioral Finance* (Thaler y Shefrin, 1981) subrayan la importancia de una planificación financiera a largo plazo sustentada en metas claras. Esta planificación facilita la adaptabilidad del portafolio a los cambios del entorno económico, fortaleciendo la resiliencia del inversionista ante las crisis y promoviendo una toma de decisiones más informada y menos impulsiva.

En consecuencia, la investigación sobre la aplicación del modelo de Markowitz en portafolios sectoriales cobra especial relevancia, ya que permite evaluar cómo la diversificación dentro de sectores económicos específicos puede contribuir a una gestión más eficiente del riesgo y del rendimiento. El presente estudio se justifica por la necesidad de proporcionar herramientas metodológicas y teóricas que faciliten a los inversionistas la construcción de carteras alineadas con sus metas, con un enfoque estratégico y adaptable al dinamismo del mercado.

1.1. Diversificación de portafolios

La diversificación de portafolios ha sido históricamente una de las estrategias más utilizadas en la gestión financiera con el objetivo de maximizar rendimientos y minimizar riesgos. Esta práctica consiste en distribuir las inversiones entre distintos activos financieros, de modo que la pérdida potencial de uno se vea compensada por la ganancia de otro, reduciendo así el riesgo total del portafolio. En este contexto, uno de los modelos más influyentes y ampliamente adoptados es el Modelo de Markowitz (1952), también conocido como la "Teoría Moderna de Portafolios". Este modelo propone que una combinación eficiente de activos con baja correlación entre sí permite minimizar el riesgo no sistemático sin sacrificar el rendimiento esperado, logrando una diversificación óptima (Markowitz, 1952).

La pertinencia de analizar la eficacia de este modelo cobra aún más fuerza cuando se consideran eventos de alta incertidumbre económica, como la pandemia de Covid-19. Esta crisis global tuvo un impacto profundo en los mercados financieros y puso a prueba la solidez de las estrategias de inversión tradicionales. La Bolsa Mexicana de Valores (BMV), al igual que otros mercados internacionales, enfrentó fuertes fluctuaciones durante este periodo, reflejando las diferencias en el comportamiento de los sectores económicos. Algunos estudios destacan que sectores como el de la salud y la tecnología mostraron mayor resiliencia ante el entorno adverso, mientras que otros, como el energético, experimentaron una volatilidad significativamente más alta (Sharpe, 1994; Borio, 2020).

Dado este escenario, se abre una oportunidad de análisis que permita evaluar el papel de la diversificación sectorial como mecanismo de mitigación del riesgo en contextos de crisis. En particular, resulta relevante examinar cómo el Modelo de Markowitz puede aplicarse en la construcción de portafolios compuestos por empresas de diferentes sectores y evaluar su rendimiento y estabilidad antes, durante y después de un evento disruptivo como la pandemia.

Este estudio se centrará en la aplicación del Modelo de Markowitz a la diversificación de portafolios sectoriales en el contexto específico de la Bolsa Mexicana de Valores. Para ello, se construirán diez portafolios de inversión, cada uno compuesto por diez empresas de distintos sectores económicos. La investigación abordará tres etapas críticas —prepandemia, pandemia y pospandemia—, con el objetivo de analizar cómo los rendimientos y la volatilidad de estos portafolios han evolucionado a lo largo del tiempo, y si la diversificación propuesta por el modelo fue efectiva para mitigar el impacto de la crisis sanitaria.

La relevancia de este trabajo radica en ofrecer un análisis empírico de la aplicabilidad y eficiencia del Modelo de Markowitz en un mercado emergente como el mexicano, particularmente en momentos de alta incertidumbre. Los resultados esperados pretenden contribuir a la literatura académica sobre gestión de portafolios, así como brindar herramientas prácticas e información valiosa para inversionistas y gestores de fondos que operan en contextos similares.

1.2. Antecedentes del problema

La teoría de portafolios de Harry Markowitz, presentada en 1952, revolucionó la forma en que los inversores abordan la diversificación, enfatizando que una correcta combinación de activos puede reducir el riesgo sin comprometer el rendimiento esperado (Markowitz, 1952). Esta estrategia sigue siendo relevante, sobre todo en contextos de alta volatilidad, como lo ha demostrado la crisis provocada por la pandemia de Covid-19. El impacto económico y financiero de la pandemia ha evidenciado que ciertos sectores y empresas han sido más vulnerables a la incertidumbre global, mientras que otros han demostrado una notable resiliencia (Borio, 2020).

Diversos estudios han señalado cómo los mercados financieros a nivel global experimentaron caídas pronunciadas en los primeros meses de la pandemia, lo que

afectó a los portafolios de inversión de manera significativa. Sin embargo, también se observó que los sectores con menor correlación entre sí presentaron mejores rendimientos a mediano plazo. Por ejemplo, el sector tecnológico y de salud mantuvieron un desempeño positivo en muchas bolsas de valores, incluyendo la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), debido al aumento en la demanda de servicios tecnológicos y productos farmacéuticos (Baig, et al., 2020). En contraste, sectores como el energético y el turismo sufrieron mayores pérdidas debido a la reducción en el consumo y las restricciones de movilidad global (Hale, et al., 2021).

La diversificación sectorial ha cobrado mayor relevancia en los últimos años como una estrategia para mitigar riesgos en contextos de crisis. Estudios recientes destacan que la diversificación sectorial contribuye significativamente a la reducción del riesgo total del portafolio y es particularmente útil en periodos de alta volatilidad como los observados durante y después de la pandemia (Caporin y Poli, 2022). En el caso específico de la BMV, se han realizado estudios que muestran cómo los sectores tradicionalmente menos volátiles, como el de consumo básico, han mantenido cierta estabilidad, mientras que otros sectores han mostrado fluctuaciones extremas en sus rendimientos (Ganie, Wani y Yadav, 2022).

Este panorama sugiere la necesidad de aplicar modelos como el de Markowitz para analizar la eficiencia de la diversificación en un contexto dinámico y de alta incertidumbre. La combinación de empresas de distintos sectores dentro de un portafolio permite diluir el riesgo asociado a eventos específicos, como una pandemia y ofrece a los inversores mejores herramientas para navegar en mercados turbulentos. Por ello, se hace imprescindible estudiar cómo la diversificación sectorial puede maximizar rendimientos y minimizar riesgos en portafolios compuestos por empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.

1.3. Planteamiento del problema

La crisis global provocada por la pandemia de Covid-19 reveló de forma contundente las fragilidades inherentes a los mercados financieros, incrementando la volatilidad de los activos e impactando la estabilidad de los portafolios de inversión. Esta situación desafiante hizo evidente la necesidad de adoptar estrategias de gestión de riesgo más eficaces, entre ellas, la diversificación sectorial, principio fundamental de la Teoría Moderna de Portafolios desarrollada por Markowitz (1952). Según este modelo, una combinación óptima de activos con baja correlación entre sí puede reducir el riesgo no sistemático sin sacrificar el rendimiento esperado, lo que resulta especialmente relevante en escenarios de alta incertidumbre.

Durante la pandemia, la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) experimentó variaciones significativas en el desempeño de sus distintos sectores económicos. Algunos sectores, como el tecnológico y el de salud, mostraron una notable resiliencia, mientras que otros, como el energético, registraron una mayor vulnerabilidad (Sharpe, 1994; Borio, 2020; Baig et al., 2020; Hale et al., 2021). No obstante, aunque la literatura reconoce estos comportamientos diferenciados, existe una limitada evidencia empírica sobre cómo la diversificación sectorial, aplicada específicamente bajo el Modelo de Markowitz, influyó en los rendimientos y la volatilidad de portafolios de inversión en el contexto mexicano durante las distintas etapas de la pandemia.

Esta falta de análisis plantea un reto considerable para los inversionistas y gestores de fondos en mercados emergentes como el mexicano, quienes enfrentan dificultades para identificar combinaciones sectoriales óptimas que maximicen los rendimientos ajustados por riesgo. La dinámica cambiante de las correlaciones entre sectores durante eventos disruptivos complica la aplicación práctica de los principios teóricos de diversificación, dejando abierta la pregunta sobre su efectividad real en contextos de crisis.

Ante esta problemática, aquí el planteamiento de investigación.

¿La aplicación del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, permite maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y reducir la volatilidad en comparación con portafolios no diversificados en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”?

1.4. Hipótesis

La aplicación del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores antes, durante y después de la pandemia de Covid-19 permite maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y minimizar la volatilidad de los portafolios el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”.

Se espera que los portafolios diversificados de manera óptima presenten un mejor desempeño en términos de rendimientos y una menor exposición al riesgo en comparación con los portafolios no diversificados, especialmente en periodos de alta incertidumbre económica como los provocados por la pandemia.

1.5. Justificación

El entorno financiero global ha cambiado drásticamente como consecuencia de la pandemia de Covid-19, lo que ha puesto a prueba la capacidad de los inversores y gestores de portafolios para mitigar riesgos y maximizar rendimientos. En este contexto, la diversificación sectorial ha cobrado especial relevancia como una estrategia eficaz para afrontar la volatilidad de los mercados. Si bien existen estudios que han analizado el impacto de la pandemia en mercados desarrollados,

el caso de los mercados emergentes, como el de México, ha recibido menor atención. Esta investigación se centra en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y ofrece un análisis exhaustivo de la eficiencia del Modelo de Markowitz para la diversificación de portafolios sectoriales en un contexto económico altamente volátil.

El estudio es relevante porque permitirá a los inversores y gestores de fondos obtener una comprensión más profunda sobre cómo estructurar portafolios resilientes en épocas de crisis, considerando la variabilidad de los sectores antes, durante y después de la pandemia. Además, los resultados de esta investigación contribuirán al cuerpo de conocimiento sobre la aplicabilidad de la Teoría Moderna de Portafolios en mercados emergentes, proporcionando una visión práctica de cómo la diversificación puede reducir el riesgo sin sacrificar los rendimientos en situaciones de incertidumbre.

Asimismo, la tesis es de gran utilidad para el sector financiero en México, ya que generará información valiosa sobre la relación entre la diversificación sectorial y la rentabilidad de los portafolios en la BMV, lo que puede influir en la toma de decisiones tanto de inversores institucionales como individuales. Al demostrar si la diversificación basada en el Modelo de Markowitz es una estrategia eficiente en escenarios de crisis, la investigación ofrecerá una herramienta clave para gestionar riesgos futuros en un entorno económico cada vez más complejo.

Finalmente, este trabajo no solo contribuye a la teoría financiera, sino también ofrece recomendaciones prácticas para la gestión de portafolios en tiempos de alta volatilidad, permitiendo que los inversionistas se preparen mejor para enfrentar futuros eventos disruptivos en los mercados.

1.6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la eficacia del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, con el fin de maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y minimizar la volatilidad en los portafolios de inversión en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”.

Objetivos específicos

1. Analizar el comportamiento de los rendimientos y la volatilidad en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado” de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores antes, durante y después de la pandemia de Covid-19.
2. Construir diez portafolios de inversión utilizando el Modelo de Markowitz, cada uno compuesto por empresas de distintos sectores que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.
3. Evaluar la efectividad de la diversificación sectorial en la reducción del riesgo y la maximización de rendimientos en los portafolios antes, durante y después de la pandemia.
4. Comparar los rendimientos ajustados por riesgo de los portafolios diversificados sectorialmente con aquellos que no siguen una estrategia de diversificación basada en el Modelo de Markowitz.
5. Proponer recomendaciones para la optimización de portafolios en escenarios de alta volatilidad, basadas en los hallazgos del estudio y en el análisis de los cambios en la correlación de los sectores durante la pandemia.

1.7. Plan metodológico

El presente estudio utilizará una metodología cuantitativa con el objetivo de evaluar la eficacia del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, aplicada a empresas que

cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). El análisis se dividirá en tres fases temporales: el periodo previo a la pandemia (2017-2019), el periodo de mayor impacto de la pandemia (2020-2023) y el periodo de recuperación (2023-2025). A continuación, se describen los elementos clave de la metodología.

Variables de investigación

En el contexto del modelo de Markowitz para la diversificación de portafolios sectoriales, las variables dependientes e independientes se pueden identificar de la siguiente manera:

- Variables independientes
 1. Riesgo: medido a través de la varianza o desviación estándar de los rendimientos de los activos en el portafolio. Esta variable es crucial, ya que el modelo busca minimizar el riesgo asociado a la inversión
 2. Rendimiento esperado: esta variable se refiere a la rentabilidad anticipada de los activos en el portafolio. El modelo de Markowitz se centra en maximizar este rendimiento para un nivel de riesgo dado.
 3. Covarianza: representa cómo los rendimientos de diferentes activos se mueven en relación entre sí. Es esencial para entender la diversificación y el riesgo total del portafolio.
 4. Proporciones de activos: las decisiones sobre cuánto invertir en cada activo dentro del portafolio son también consideradas como variables independientes, ya que afecta directamente el riesgo y el rendimiento del portafolio.

- Variable dependiente
 1. Rendimiento del portafolio: que se determina en función de las variables independientes mencionadas. El objetivo del modelo es maximizar este

rendimiento, dado un nivel de riesgo que el inversor está dispuesto a asumir.

En resumen, el modelo de Markowitz utiliza el riesgo, el rendimiento esperado, la covarianza y las proporciones de activos como variables independientes para influir en el rendimiento del portafolio, que es la variable dependiente que se busca optimizar.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Los portafolios de inversión son instrumentos relevantes dentro del mundo financiero, debido a su capacidad de crear estrategias, buscando principalmente un equilibrio entre rentabilidad y riesgo. A lo largo del tiempo, esta teoría ha evolucionado con aportaciones clave de expertos como Harry Markowitz y William Sharpe, quienes sentaron las bases para comprender cómo diversificar activos de manera eficiente. En un entorno económico global cada vez más incierto, conocer la estructura, aplicación y beneficios de un portafolio resulta indispensable.

2.1. Portafolios de inversión

La teoría de portafolios es esencial en el ámbito financiero por su capacidad para combinar rentabilidad y riesgo. Su comprensión permite a los inversionistas tomar decisiones informadas en un contexto global marcado por la incertidumbre. Esta sección abarca sus bases históricas, el concepto y los principios clave para su correcta aplicación (Forbes, 2022).

La teoría moderna de portafolios se originó a mediados del siglo XX y transformó la manera en que se entienden las inversiones. Aunque en 1930 no existía una conceptualización formal, John Burr Williams propuso en 1938 el modelo de descuento de dividendos para valorar inversiones a bajo costo (Kvilhaug, 2025). El punto de partida clave fue en 1952 con Harry Markowitz y su trabajo Portfolio Selection, donde introdujo la diversificación como estrategia para reducir riesgos sin sacrificar rendimiento (Araya, 2023).

Más adelante, William Sharpe desarrolló el CAPM en 1964, ofreciendo una forma de estimar el retorno esperado en función del riesgo sistemático, lo que amplió la

teoría de Markowitz (Araya, 2023). En 1972, Robert Merton propuso el modelo MVPT, integrando las expectativas de los inversores y su tolerancia al riesgo.

En 1992, Eugene Fama y Kenneth French agregaron tres factores al análisis: rendimiento del mercado, tamaño de empresa y características contables, mejorando así la proyección del rendimiento de las acciones (Araya, 2023). En tiempos recientes, la pandemia de Covid-19 evidenció la necesidad de carteras resilientes, así que según Vanguard (2021), las carteras gestionadas profesionalmente presentaron un 30 % menos de volatilidad que las autodirigidas durante la crisis (Lee, 2025).

Concepto

Un portafolio de inversión es el conjunto de activos financieros que posee una persona, incluyendo bonos, acciones, monedas, materias primas y derivados, con diferentes combinaciones de renta fija, variable o mixta (Forbes, 2022; Banamex, 2025). Kvilhaug (2025) lo define como una herramienta basada en un análisis matemático que busca maximizar la rentabilidad conforme al nivel de riesgo del inversionista.

Markowitz argumentaba que la clave era combinar distintos activos de forma óptima según la tolerancia individual al riesgo (Kvilhaug, 2025). Armar un portafolio implica conocer el perfil de riesgo, la rentabilidad esperada y el horizonte de inversión. También es fundamental elegir sectores rentables y evaluar regularmente el rendimiento de cada activo, con el fin de optimizar los resultados y alinear la cartera con la estrategia de inversión (Banamex, 2025).

2.2. Diversificación de portafolios de inversión

La diversificación es una estrategia clave para reducir riesgos y maximizar ganancias, buscando proteger el capital y explorar nuevos mercados (Montañez, 2023). Muchos inversionistas inexpertos creen que diversificar es dividir el portafolio en partes iguales, lo cual se conoce como «sesgo de diversificación»; sin embargo, una verdadera diversificación requiere decenas de instrumentos (Montañez, 2023).

Según Arrieta (2023), distribuir las inversiones entre distintos activos y sectores ayuda a minimizar los efectos negativos de caídas en áreas específicas. Get Smarter About Money (2025) señala que la diversificación es una planificación que reduce riesgos al combinar instrumentos con diferentes rendimientos, manteniendo el equilibrio del portafolio.

Tipos de diversificación

Santander (2020) identifica cinco tipos de diversificación:

- Activos: mezclar renta fija, variable y efectivo.
- Sectores: invertir en distintos rubros (tecnología, banca, etc.).
- Horizonte temporal: combinar inversiones a corto, medio y largo plazo.
- Divisas: diversificar en distintas monedas para reducir riesgos cambiarios.
- Geográfica: invertir en distintos países con marcos jurídicos estables.

Una ventaja principal es la protección contra la volatilidad. Si un activo cae, otros pueden compensarlo, manteniendo la estabilidad y reduciendo posibles pérdidas (Montañez, 2023).

Aplicación de portafolios de inversión

Para Romero (2024), una diversificación efectiva requiere distribuir inversiones entre activos, sectores, monedas y regiones, aprovechando múltiples fuentes de crecimiento.

Morodo (2023) recomienda cinco enfoques:

1. Acciones de empresas sólidas, estables y con crecimiento comprobado.
2. Fondos diversificados, administrados profesionalmente, sin necesidad de monitoreo constante.
3. Bienes raíces, que resguardan contra la inflación y generan ingresos constantes.
4. Mercados internacionales, que aumentan el rendimiento accediendo a sectores globales.
5. Tecnología e innovación, que son atractivos, pero requieren análisis detallado del sector.

Una correcta implementación mejora la salud financiera y la rentabilidad (Finhabits, 2022). Para lograrlo, se deben seguir estos pasos:

1. Determinar objetivos: definir metas a corto, mediano y largo plazo.
2. Perfil de riesgo: identificar si el inversionista es conservador, moderado o agresivo según su tolerancia.
3. Elegir instrumentos financieros:
 - ETFs: fondos pasivos y de bajo costo.
 - Fondos mutuos: diversificación administrada por expertos.
4. Horizonte temporal: definir el tiempo que se mantendrá la inversión.
5. Diversificación: paso clave para reducir riesgos y aumentar crecimiento.
6. Monitoreo y optimización: evaluar resultados periódicamente y mantenerse informado sobre el entorno económico.

Ventajas y desventajas de la diversificación de portafolios de inversión

En la tabla 1 se presentan las ventajas y desventajas de los portafolios de inversión, de acuerdo a Llamas (2023).

Tabla 1.

Ventajas y desventajas de invertir en portafolios de inversión.

Ventajas	Desventajas
Gestión de la inversión realizada por profesionales	Algunos fondos cobran comisiones excesivas
Poco tiempo de dedicación	Penalización al traspaso entre fondos
Sencillez a la hora de realizar un seguimiento	Confianza plena en la sociedad gestora
Menores conocimientos necesarios para invertir	Falsos fondos activos
Fiscalidad favorable	Hay alternativas más baratas
Variada oferta y tipos de fondos en el mercado	Pérdida de tiempo de inversión con los traspasos entre fondos
Seguridad y mayor tranquilidad en nuestras inversiones	Dudas sobre las rentabilidades: ¿pueden llegar a superar al índice?
Pocas barreras de entrada: participaciones más asequibles	Delegar la gestión total de tus inversiones
Diversificación de nuestras inversiones	No tienes voz en la toma de decisiones del fondo
Fácil acceso a la inversión en renta fija	Algunos no son totalmente transparentes
Multitud de mercados y países	

Nota: Elaboración propia, con información Llamas (2023).

Diversificar reduce pérdidas y volatilidad, genera rendimientos estables y permite aprovechar distintos mercados (Llamas, 2023). Lee (2025) destaca que una buena planeación permite asignar activos estratégicamente y adaptarse al riesgo. Varmaz,

Fieberg y Poddig (2024) añaden que los modelos de reducción de carteras mejoran la eficiencia y rentabilidad ajustando inversiones de forma flexible.

Llamas (2023) advierte sobre altos costos, comisiones y falta de reembolsos. También existen riesgos como fraudes en sociedades de inversión y desconocimiento sobre la rentabilidad. GeeksforGeeks (2025) señala tres problemas principales: costos de transacción elevados, caídas del mercado y sobrediversificación, la cual puede reducir el rendimiento en lugar de protegerlo.

2.3. Modelo Markowitz

Harry Markowitz revolucionó la teoría de inversión con su artículo *Portfolio Selection* (1952), por el que recibió el Premio Nobel de Economía en 1990. Su enfoque transformó la forma tradicional de invertir al considerar la relación riesgo-rendimiento y analizar portafolios en su conjunto (Hershey, 2023). Según Lanzagorta (2022), propuso evaluar el riesgo de toda la cartera en lugar del riesgo individual de los activos, recomendando tomar decisiones en función de su impacto sobre el portafolio total.

La teoría de formación de portafolios, base del modelo, comprende tres etapas: identificación de carteras eficientes, análisis de la actitud del inversor frente al riesgo y selección del portafolio óptimo (González, 2025). Así, se busca reducir el riesgo global mediante la diversificación, maximizando el rendimiento (Hershey, 2023).

El modelo Markowitz es una herramienta matemática que busca maximizar el rendimiento minimizando el riesgo, mediante la creación de carteras diversificadas (Hernández, 2022). Estas combinaciones de activos ayudan a lograr un equilibrio entre riesgo y rentabilidad, adaptándose a cada inversor (González, 2025). Su influencia sigue vigente en la gestión moderna de inversiones (Hernández, 2022).

Hoy en día, el modelo de Markowitz sigue siendo clave en las finanzas. Publicaciones analizan su aplicabilidad y relevancia (Guerrero, 2022; Aguilar, 2022). La UNAM (2022) destaca su impacto en la transformación de la intermediación financiera, mientras que Andreu (2024) señala la importancia de la frontera eficiente para identificar carteras con máxima rentabilidad esperada en un nivel dado de riesgo.

La aplicación se basa en el criterio de varianza media para moderar el riesgo y potenciar la rentabilidad (Hershey, 2023). Implica recopilar datos históricos, seleccionar activos no correlacionados y construir un portafolio diversificado (González, 2025).

Los pasos propuestos son:

1. Calcular rentabilidad esperada.
2. Calcular volatilidad.
3. Calcular covarianzas.
4. Determinar portafolios eficientes.
5. Evaluar la actitud frente al riesgo.
6. Establecer medidas de inversión.
7. Definir la cartera óptima.

Una correcta aplicación permite adaptar el portafolio a los objetivos y perfil del inversor. González (2025) menciona como ventajas del modelo que permite maximizar la rentabilidad, equilibrando el portafolio, reduce el riesgo, al disminuir la volatilidad con una adecuada diversificación, y adapta carteras a cada inversor, creando combinaciones personalizadas según sus necesidades.

Por su parte, González (2025) y Michaud (1989) identifican como desventajas del modelo, suposiciones idealizadas, como distribución normal de los rendimientos; cambios en correlaciones que afectan la efectividad del modelo; uso de rentabilidades históricas puede causar sesgos y portafolios poco diversificados;

inestabilidad de resultados, pequeñas variaciones en expectativas generan grandes cambios en las carteras; el modelo no siempre se aplica intuitivamente en contextos reales. Hagargi (2025) destaca, sin embargo, que una correcta diversificación mitiga riesgos y mejora los retornos.

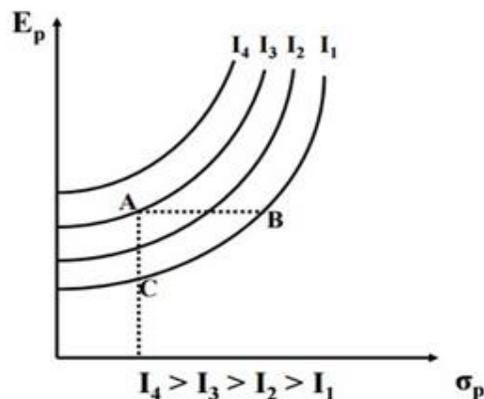
Matriz de Markowitz

La matriz de Markowitz permite analizar riesgo y rendimiento, ayudando a optimizar carteras diversificadas (Hernández, 2022). Su uso permite estudiar el desempeño esperado de portafolios y sus rendimientos históricos (Franco, Avendaño y Barbutín, 2011). Garrido y Sánchez (2014) destacan su aporte a la economía financiera al ofrecer estrategias de inversión de bajo riesgo y alta rentabilidad.

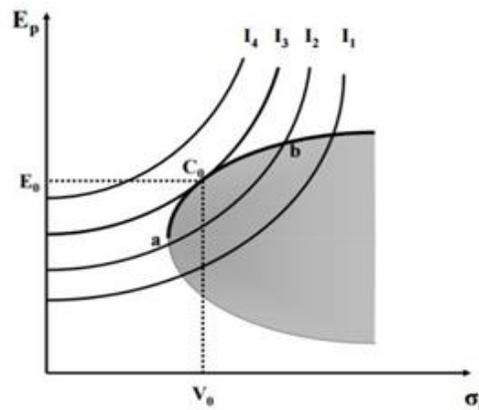
La matriz permite formar carteras eficientes que maximizan el retorno y minimizan el riesgo, utilizando datos históricos de rendimientos mensuales (Anuwoje-Logubayom, 2025). Esta herramienta se basa en la media-varianza para obtener estimaciones precisas de rendimiento esperado.

Según Hernández (2022), su aplicación consta de cuatro etapas:

1. Identificación de opciones de inversión: estimación de rentabilidad esperada, varianza y covarianza.
2. Frontera eficiente: selección de carteras óptimas con el menor riesgo posible.
3. Preferencias del inversor: selección basada en curvas de indiferencia (figura 1).
4. Cartera óptima: se encuentra en la tangente a la frontera eficiente, adaptándose al perfil de riesgo del inversor (figura 2).

Figura 1.*Curva de indiferencia*

Nota. Hernández (2022).

Figura 2.*Curva óptima*

Nota. Hernández (2022).

Ibarra (2023) señala que la matriz usa varianzas y covarianzas para cuantificar errores estándar, siendo fundamental en la teoría de carteras. Finalmente, según Academia Lab (2024), ayuda a valorar activos según el riesgo que el inversor está dispuesto a asumir.

Modelo Markowitz en la diversificación de portafolios

Este modelo introduce restricciones en la optimización para minimizar riesgos, facilitando estrategias consistentes, reducción de costos y diversificación entre activos y mercados (Zapata y García, 2024).

Frontera eficiente

Una cartera eficiente cumple con no existir otro portafolio con menor riesgo para igual rendimiento y no superar el rendimiento esperado con mayor riesgo. Diversificar activos permite lograr un equilibrio entre riesgo y retorno (Hernández, 2022).

Diversificación y riesgo

Diversificar reduce riesgos al incluir activos de distintos sectores. Combinarlos disminuye la fluctuación en precios (Villa, 2023). Según López (2020), al incrementar el número de activos, se dispersa el riesgo, lo que permite descartar inversiones ineficaces. Funds Society (2025) sugiere estrategias para mitigar riesgos inflacionarios y cambiarios, mientras que la diversificación permite mantener resultados esperados con menor riesgo (López, 2020).

El riesgo se refiere a la volatilidad de los rendimientos. A mayor variación, mayor riesgo (Villa, 2023). Para López (2020), se mide con la varianza y depende del rendimiento esperado de cada activo y su correlación con los demás. Distingue entre riesgo sistemático (de mercado, no eliminable) y no sistemático (específico del activo, eliminable con diversificación).

2.4. Definición de variables para la aplicación del modelo

Markowitz (1952) propuso un modelo que guía la selección óptima de activos, disminuyendo el riesgo mediante la diversificación. La frontera eficiente permite elegir combinaciones que maximizan la rentabilidad esperada para un riesgo dado. Definir correctamente las variables garantiza coherencia metodológica y un análisis adecuado.

Riesgo

El riesgo implica incertidumbre en los resultados de inversión (ADICAE, 2023). BBVA México (2025) lo define como la posibilidad de pérdidas en mercados financieros, mientras que el Banco de México (2014) lo asocia a eventos inesperados. Calle (2025) resalta su impacto en rendimientos por factores como

morosidad o cambios sectoriales. Se adoptará el concepto de BBVA México para este estudio.

El riesgo afecta la estabilidad empresarial, por lo que su gestión permite decisiones informadas y fortalece la confianza de inversionistas (Calle, 2025). En el modelo de Markowitz, el riesgo guía la estructura del portafolio. Nayar y Douady (2024) destacan nuevas adaptaciones que mejoran la gestión frente a la volatilidad del mercado.

Rendimiento

ADICAE (2023) lo relaciona con la ganancia respecto al precio. Boyd et al. (2024) lo definen como la media ponderada de los rendimientos esperados de los activos. Para Pérez y Merino (2024) es la utilidad obtenida respecto a la inversión inicial. Banco Azteca (2025) lo describe como eficiencia en generar utilidad; se tomará esta última definición.

Un rendimiento óptimo refleja la salud financiera y sustenta decisiones de crédito e inversión (Banco Azteca, 2025). Es crucial para evaluar la capacidad de generar ganancias y formular estrategias financieras a largo plazo.

Covarianza

La covarianza mide cómo se relacionan los rendimientos de dos activos (Financial EDGE, 2024; González, 2018; Méndez, 2024). Valls (2023) explica que indica la relación entre variables: positiva si ambas aumentan, negativa si una sube y otra baja. Se tomará su definición por su claridad.

Es clave para evaluar interacciones entre activos y reducir riesgos mediante diversificación (Bodie, Kane y Marcus, 2021). Garafulich (2023) destaca su valor para anticipar movimientos y tomar decisiones más acertadas.

Proporción de activos

Indica cómo se distribuye el capital entre los activos, optimizando el riesgo-rendimiento. Markowitz (1952) sostiene que asignar pesos adecuados mejora la eficiencia del portafolio. Boyd et al. (2024) y López (2020) destacan su rol en alcanzar la frontera eficiente. Se adopta la definición de Markowitz.

Determina el equilibrio entre riesgo y retorno (Bodie, Kane y Marcus, 2021). Asignar bien los activos reduce la exposición a un solo activo sin sacrificar rendimiento (Markowitz, 1952). Es fundamental para tomar decisiones alineadas con objetivos y tolerancia al riesgo.

Rendimiento de portafolio

Es el promedio ponderado del rendimiento de los activos (Bodie et al., 2021) y refleja el retorno esperado según su proporción. Sharpe et al. (1999) y Elton et al. (2014) lo consideran clave para comparar estrategias y tomar decisiones informadas. Markowitz (1952) lo usa para identificar portafolios eficientes.

Markowitz (1952) establece que es una variable fundamental para evaluar el desempeño global de una cartera, permitiendo estimar si se alcanzan los objetivos financieros según el nivel de riesgo.

2.5. Software Solver

Solver es un complemento que facilita la optimización matemática para múltiples variables, ayudando a minimizar, maximizar y alcanzar objetivos específicos (Imagina, 2025).

Solver distribuye datos y resuelve problemas matemáticos de forma lineal con facilidad de uso, sin requerir comandos complejos (Domínguez, Ardila y Bustamante, 2010). Para calcular desviaciones mínima y máxima de cada portafolio según su rentabilidad esperada, se seleccionan las celdas correspondientes a las variables (Domínguez et al., 2010).

Para usar Solver se requiere un análisis de datos que permita hallar valores óptimos según rentabilidad y riesgo. Tras activarlo en Excel, se debe definir el objetivo (minimizar/maximizar); establecer variables; organizar datos; vincular celda objetivo con variables; aplicar restricciones antes de usar el botón “resolver” (Imagina, 2025).

2.6. Pandemia Covid-19

Serrano (2021) señala que en diciembre de 2019 surgió una neumonía desconocida en Wuhan, China. Rápidamente se identificó como un nuevo coronavirus con similitudes al SARS (2003) y MERS (2012), aunque con mayor letalidad. En enero de 2020, la OMS pidió reportes a China y, al ver su rápida propagación global, declaró pandemia el 11 de marzo (Serrano, 2020). En México, el primer caso oficial fue el 28 de febrero de 2020. Según *El Economista* (2021), la estrategia gubernamental reportó más de 180,000 muertes, aunque la cifra real fue mayor, con más de 2 millones de contagios acumulados.

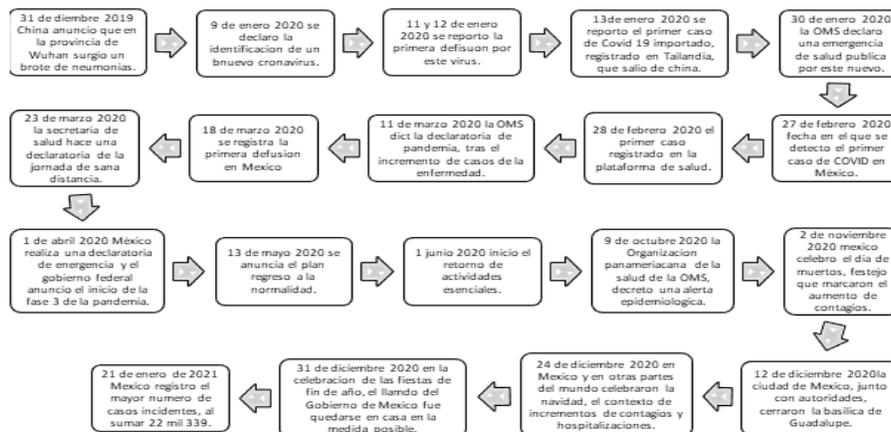
La OMS (2020) definió el Covid-19 como una enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2, que en la mayoría de casos provoca síntomas respiratorios leves, pero que puede causar enfermedad grave o muerte en personas de cualquier edad.

Según Méndez (2020), el confinamiento generó tanto ventajas como desventajas. Entre las primeras destacan la reducción de contaminación, mayor convivencia familiar, solidaridad, y la revalorización de la sanidad y tecnología. Las desventajas incluyeron pérdidas humanas, distanciamiento social, desempleo y afectaciones económicas para muchas empresas.

La pandemia impactó negativamente en la economía, política y tejido social mexicano. La información oficial y la desinformación en redes sociales aumentaron la incertidumbre. Banxico (2020) señala que el Covid-19 afectó globalmente por tratarse de una enfermedad nueva y desconocida. En México, marcó una etapa histórica con estrategias sanitarias, muertes y aprendizajes institucionales que quedarán como antecedentes, como se observa en la figura 3.

Figura 3.

Antecedentes Covid-19 en México



Nota: Elaboración propia.

Contexto económico y financiero durante la pandemia del Covid-19

El Banco Mundial (2022) indicó que la pandemia provocó la peor crisis económica del siglo, especialmente en países emergentes donde la mayoría de hogares y empresas no podían sostener sus ingresos más de tres meses. La crisis reveló fragilidades económicas preexistentes. Las microempresas y sectores como alojamiento, alimentación y comercio minorista fueron los más afectados. Las respuestas gubernamentales incluyeron apoyos de ingreso, hospitales temporales y campañas de vacunación. Sin embargo, los riesgos financieros interconectados siguen amenazando la estabilidad.

Según Banxico (2020), las estrategias fiscales y monetarias podrían mitigar estos riesgos. En México, el impacto económico se dividió en tres fases: caída por cierre global en el primer trimestre de 2020, suspensión de actividades no esenciales con afectación al sector servicios, y una reapertura lenta ante contagios persistentes. Urquijo (2021) añade que, aunque la banca mexicana mostró solidez, aún no se reactivó completamente el crédito. Además, persisten riesgos como la volatilidad financiera, las primas de riesgo de Pemex y los efectos del cambio climático sobre el sistema financiero.

Antes de la pandemia, México ya vivía un decrecimiento del PIB (-0.3%) y enfrentaba incertidumbre económica por la guerra comercial EE.UU.-China y el nuevo gobierno federal (Hidalgo, 2020). Durante la pandemia, se aplicaron medidas como cierre de escuelas, restricción de viajes y suspensión de actividades, lo que afectó especialmente a la bolsa de valores. No obstante, sectores como tecnología, farmacéuticas y entretenimiento digital crecieron (Banxico, 2020). Después de la pandemia, el PIB mexicano creció entre 2% y 3.8% en 2021. Hidalgo (2020) destaca factores clave como la reforma de Banxico, el aumento del salario mínimo (15%) y los ajustes derivados del T-MEC, sobre todo en la industria automotriz. Sin embargo, advierte que el crecimiento real dependerá de una expansión sostenible del PIB y del control de riesgos financieros internos y externos.

CAPÍTULO 3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Clasificación de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV)

La BMV desarrolló esta estructura en colaboración con el Comité Técnico de Metodologías de la BMV, incorporando las recomendaciones del Comité de Análisis de la Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles (AMIB). Esta clasificación sigue estándares internacionales utilizados por otras bolsas de valores, presentando como esquema de clasificación el siguiente: (BMV, 2015).

El esquema de clasificación sectorial que la Bolsa Mexicana de Valores utiliza para reclasificar a las emisoras listadas en su registro fue desarrollado en forma conjunta con el comité técnico de metodologías de la bolsa, incorporando la opinión y recomendaciones del comité de análisis de la asociación mexicana de instituciones bursátiles, A.C. (AMIB) y su estructura consideró esquemas que marcan la pauta a nivel internacional y que son utilizados por otras bolsas de valores. Esta clasificación permite homologar a las emisoras con estándares internacionales, de tal manera que es posible una comparación más precisa con emisoras similares en otros mercados, a la vez que se establecen segmentos y grupos más especializados para facilitar los estudios y análisis comparativos.

Con base a lo publicado en Emebursatil, las bolsas bursátiles se organizan en diferentes categorías y sectores. Dos de las principales categorías son el tamaño (valor de la empresa) y el sector industrial. Los sectores de las bolsas de cada país dependerán de la diversidad de empresas que participan en la bolsa y a su vez, existen subsectores, ramos y subramos que no son sino sub clasificaciones para crear nichos cada vez más específicos (Bolsa de Valores, 2025).

3.2. Clasificación por sectores

La estructura de la Bolsa Mexicana de Valores considera cuatro niveles de clasificación, incorporando un total de 10 sectores, 24 subsectores, 78 ramos y 192 subramos. La estructura del primer nivel está compuesta por los siguientes sectores, (BMV, 2015).

- Sector I – Energía.
- Sector II – Materiales.
- Sector III – Industrial.
- Sector IV – Servicios y bienes de consumo no básico.
- Sector V – Productos de consumo frecuente.
- Sector VI – Salud.
- Sector VII – Servicios financieros.
- Sector VIII – Tecnología de la información.
- Sector IX – Servicios de telecomunicaciones.
- Sector X – Servicios públicos.

A continuación, se describen los 10 sectores, considerando las actividades económicas que engloba cada uno (Bolsa de Valores, 2025).

- Energía
Sector que posee industrias dedicadas a la creación de equipos para la extracción de fuentes de energía, así como todas las empresas asociadas a su explotación, distribución y almacenamiento.
- Materiales
El sector más grande y diverso de la bolsa, engloba empresas dedicadas a la producción de elementos secundarios de la industria, precisamente materiales, tales como productos químicos, productos de vidrio, plástico, metales procesados, entre muchos otros.

- Industrial
Engloba empresas que dan bienes terciarios o servicios tales como transporte, servicios comerciales, construcción, entre otros.
- Servicios y bienes de consumo no básico
En esta categoría se encuentran las industrias de componentes automotrices, servicios al consumidor, servicios de ventas al por menor, y los bienes de consumo duradero.
- Productos de consumo frecuente
Aquí se encuentran todos los productos de uso y consumo común.
- Salud
Se encuentran todos los equipos y servicios médicos, así como productos farmacéuticos, biotecnológicos y similares.
- Servicios financieros
Se agrupan las entidades financieras, las agencias inmobiliarias y las Sociedades de Inversión.
- Tecnología de la información
Se agrupa tanto software como hardware que esté asociado a las tecnologías de información, además de software y servicios que se adquieren por internet.
- Servicio de telecomunicaciones
Todo lo que involucra comunicaciones a larga distancia: servicios de comunicación inalámbricos, y todos los medios de comunicación.
- Servicios públicos
Aquellos servicios que satisfacen necesidades básicas.

De acuerdo con De la Garza (2025), la estructura detallada permite a los inversionistas analizar y comparar empresas con características similares dentro de un mismo sector o subsector.

3.3. Clasificación por subsectores

Como se mencionó anteriormente, los subsectores se clasifican incorporando 24 subsectores, los cuales se describen en la siguiente tabla por sector y subsector.

Tabla 2.

Clasificación de sectores y subsectores de la BMV

Sectores	Subsectores
Energía	Energía
Materiales	Materias
Industrial	Bienes de equipo Construcción Suministros y servicios comerciales Transportes
Servicios y bienes de consumo no básico	Automóviles y componentes Bienes de consumo duradero y confección Servicios al consumidor Venta al por menor
Productos de consumo frecuente	Alimentos, bebidas y tabaco Productos domésticos y personales Venta de productos de consumo frecuente
Salud	Equipo, medicamentos y servicios médicos Productos farmacéuticos, biotecnología y ciencias de la salud
Servicios financiero	Bienes inmobiliarios Entidades financieras Sociedades de inversión
Tecnología de la Información	Equipo tecnológico y hardware Semiconductores y equipo relacionado Software y servicios
Servicio de Telecomunicaciones	Medios de comunicación Servicios de telecomunicaciones
Servicios públicos	Servicios públicos

Nota: Bolsa Mexicana de Valores (2022).

3.4. Sectores, subsectores y ramos

Sector: Energía

Subsector Energía

Ramo: Equipos y servicios de energía

La infraestructura energética —generadores, transformadores, paneles solares, turbinas eólicas— es esencial para el suministro confiable de electricidad (IEA, 2020), aunque su alto costo de instalación y mantenimiento sigue siendo una barrera, especialmente en países en desarrollo (World Bank, 2020).

Ramo: Petróleo, gas y combustibles

El petróleo es clave para la economía global por su uso en transporte, maquinaria y energía (BBVA, 2022). Sin embargo, la volatilidad de precios y los riesgos geopolíticos afectan a los países exportadores (Yergin, 2009).

Sector: Materiales

Subsector Materiales

Ramo: Empaques y envases

Son cruciales para optimizar el transporte y almacenamiento (Hernández, 2022), pero su disposición inadecuada genera contaminación por residuos (Hernández, 2022).

Ramo: Fabricación y comercialización de materiales

Suministran insumos para industrias clave (Ashby & Jones, 2012), aunque enfrentan interrupciones por eventos climáticos o conflictos (Oracle, 2023).

Ramo: Metales y minería

Metales como litio y cobalto son vitales para baterías y energías renovables (Hund et al., 2020). La minería, sin embargo, causa serios impactos ambientales (El Faro, 2023).

Ramo: Productos de vidrio y plástico

El vidrio destaca por su resistencia y reciclabilidad (Ashby & Johnson, 2014), mientras que el plástico es esencial en muchos sectores por su bajo costo y versatilidad (Andrady & Neal, 2009). Ambos generan altos niveles de residuos y consumo energético (Andrady & Neal, 2009).

Ramo: Productos madereros y papeleros

Aportan empleo y desarrollo regional (Maderia, 2024), pero demandan grandes recursos hídricos y energéticos, contribuyendo a las emisiones (Leonardo, 2018).

Ramo: Productos químicos

Son clave en múltiples sectores industriales (UTEM, 2021), aunque algunos compuestos persisten en el ambiente y pueden bioacumularse (Wikipedia, 2025).

Sector: Industrial

Subsector: Bienes de equipo

Ramo: Comercialización y distribución

Facilita el posicionamiento de productos en el mercado (Brodowicz, 2024), aunque enfrenta problemas logísticos que afectan la experiencia del cliente (DispatchTrack, 2025).

Ramo: Controladoras

Mejoran eficiencia y seguridad en procesos industriales (Bolton, 2015), pero requieren personal capacitado y enfrentan problemas de compatibilidad (Groover, 2014).

Ramo: Equipo eléctrico

Esencial para sistemas industriales y domésticos (Chapman, 2011), pero su mal mantenimiento puede causar fallos y riesgos (Flores et al., 2019).

Ramo: Industria aeronáutica y de defensa

Clave para la seguridad nacional, España ha comprometido el 2% del PIB para fortalecerla (El País, 2025). Sin embargo, depende de tecnología extranjera, lo que genera vulnerabilidad (Grupo Mediatec, 2023).

Ramo: Maquinaria

Aumenta productividad y eficiencia (PL Distribución, 2023), pero la falta de formación puede ocasionar accidentes y daños (Lean Construction México, 2023).

Ramo: Productos para la construcción

Garantizan estructuras seguras y duraderas, pero el uso de materiales deficientes compromete la integridad de las obras (Inmobiliare, 2023).

Subsector: Construcción

Ramo: Construcción de viviendas

La vivienda es base del desarrollo social (Gobierno de México, 2024), pero muchas presentan fallas estructurales (Inmobiliare, 2023).

Ramo: Construcción e ingeniería

Esencial para la infraestructura pública (UAEH, 2022), aunque la adopción tecnológica limitada reduce su eficiencia (Lean Construction México, 2022).

Ramo: Desarrollos inmobiliarios

Fomentan infraestructura urbana (Abilia, 2022), pero enfrentan menor rentabilidad por inflación y tasas altas (Nocnok, 2023).

Subsector: Suministros y servicios comerciales

Ramo: Suministros y servicios comerciales

Dinamizan la economía al facilitar el comercio (Christopher, 2016), pero pueden sufrir interrupciones por crisis o conflictos (Ivanov, 2020).

Sector: Transportes

Subsector: Transportes

Ramo: Carreteras y ferrocarriles

Conectan regiones y fomentan el comercio (Rodríguez & García, 2018), aunque enfrentan congestión y altos costos (Cervero, 2013).

Ramo: Infraestructura de transportes

Es clave para el crecimiento económico y la movilidad (Lakshmanan, 2011), pero sufre deterioro por falta de mantenimiento (García & Pérez, 2019).

Ramo: Líneas aéreas

Permiten conectividad global y dinamizan el turismo y el comercio (O'Connell & Williams, 2016), aunque son vulnerables a crisis y precios del combustible (Gudmundsson et al., 2020).

Ramo: Servicios logísticos y de transporte aéreo de mercancías

Facilitan el comercio internacional (Mangan et al., 2016), pero los altos costos operativos elevan los precios al usuario (Notteboom & Rodrigue, 2021).

Ramo: Transporte marítimo

Conecta mercados internacionales (Notteboom & Rodrigue, 2021), aunque enfrenta cuellos de botella por infraestructura portuaria limitada (UNCTAD, 2021).

Sector: Servicios y bienes de consumo no básico

Subsector: Automóviles y componentes

Ramo: Automóviles

Los avances en vehículos eléctricos y autónomos impulsan la innovación (Kley et al., 2011), aunque la dependencia de combustibles fósiles genera vulnerabilidad (Sorrell, 2015).

Ramo: Componentes de automóviles

Sistemas como sensores o motores eléctricos aumentan la eficiencia (Zhang et al., 2020), pero los defectos pueden generar fallos graves y retiradas masivas (Thomas & Lee, 2017).

Subsector: Bienes de consumo duradero y confección

Ramo: Bienes de consumo doméstico duradero

Mejoran la calidad de vida al brindar comodidad y eficiencia (Deaton & Muellbauer, 1980), pero su vida útil limitada genera residuos (Bulow, 1986).

Ramo: Comercialización y distribución de bienes duraderos y confección

Impulsan la economía al facilitar el acceso a productos (Kotler & Keller, 2016), pero la competencia desleal afecta a los productores locales (Tokatli, 2008).

Ramo: Equipo y productos recreativos y deportivos

Fomentan la salud y previenen enfermedades (World Health Organization, 2018), pero su producción puede ser ambientalmente insostenible (Kellison & Hong, 2015).

Ramo: Textil, confección y bienes de lujo

Generan empleo masivo en países en desarrollo (ILO, 2020), aunque enfrentan denuncias por condiciones laborales precarias (Clean Clothes Campaign, 2022).

Ramo: Hoteles, restaurantes y esparcimiento

Este sector es motor económico y fuente relevante de empleo, con una contribución del 9.2% al PIB mundial en 2023 (World Travel & Tourism Council, 2023). Sin embargo, persisten condiciones laborales precarias, como bajos salarios y escasa estabilidad (International Labour Organization, 2022).

Ramo: Servicios de consumo diversificados

Actividades como entretenimiento, educación o cuidado personal impulsan el crecimiento económico y la creación de empleo (OECD, 2021), pero enfrentan retos como el impacto ambiental y el uso intensivo de energía (UNEP, 2019).

Subsector: Venta al por menor

Ramo: Ventas especializadas

Ofrecen asesoramiento técnico clave en sectores como salud o tecnología (Kotler & Keller, 2021), aunque tienen un alcance de mercado limitado al enfocarse en nichos específicos (Bain & Company, 2021).

Ramo: Ventas multilínea

Al representar varias marcas o productos, aumentan el ingreso potencial y la cobertura de necesidades (Anderson, 2019), pero pueden enfrentar conflictos de interés entre marcas competidoras (Zoltners, Sinha & Lorimer, 2009).

Ramo: Ventas por catálogo y por internet

Las ventas por catálogo permiten acceso comercial en zonas remotas (INEGI, 2020), pero dependen de vendedores informales poco capacitados (Vallejo & Lara, 2019). El comercio en línea ofrece disponibilidad 24/7 y alcance global (Statista, 2023), aunque enfrenta riesgos como fraudes y robos de identidad (Kaspersky, 2021).

Subsector: Productos de consumo frecuente

Ramo: Bebidas

El consumo de agua y bebidas funcionales favorece la salud (OMS, 2021), pero el exceso de bebidas azucaradas está ligado a enfermedades como obesidad y diabetes (OMS, 2016).

Ramo: Diversos

Este grupo flexible refleja negocios emergentes y mixtos (INEGI, 2022), aunque su informalidad facilita evasión fiscal y exclusión de beneficios sociales (Banco Mundial, 2022).

Ramo: Tabaco

Aporta divisas y empleos en países en desarrollo (ONU, 2021), pero el consumo de tabaco es la principal causa prevenible de muerte, asociado a cáncer y enfermedades cardiovasculares (ONU, 2021).

Subsector: Productos domésticos y personales

Ramo: Productos domésticos

Innovaciones tecnológicas mejoran la eficiencia energética y el ahorro familiar (SEMARNAT, 2019), pero la obsolescencia programada incrementa los residuos electrónicos (UNAM, 2020).

Ramo: Productos personales

Son esenciales para la higiene y prevención de enfermedades (OMS, 2020), aunque muchos contienen sustancias químicas potencialmente nocivas para la salud (Darbre, 2018).

Subsector: Venta de productos de consumo frecuente

Ramo: Venta de productos de consumo frecuente

Satisfacen necesidades básicas diarias (ONU, 2021), aunque presentan márgenes bajos y alta competencia de precios, lo que reduce la rentabilidad (Kantar Worldpanel, 2021).

Sector: Salud

Subsector: Equipo, medicamentos y servicios médicos

Ramo: Equipo médico

Permite diagnósticos y tratamientos eficaces (OMS, 2021), pero su alto costo dificulta la adquisición y mantenimiento, especialmente en países con menos recursos (OMS, 2021).

Ramo: Servicios médicos

Brindan atención integral y continua (OMS, 2021), aunque enfrentan problemas de financiamiento y sostenibilidad ante presupuestos públicos variables (Banco Mundial, 2019).

Ramo: Tecnología médica

Facilita tratamientos personalizados con menor riesgo (OPS, 2021), pero la rápida obsolescencia y la falta de actualización representan desafíos operativos (OPS, 2021).

Subsector: Productos farmacéuticos, biotecnología y ciencias de la salud

Ramo: Biotecnología

Permite procesos industriales sostenibles mediante microorganismos (OCDE, 2001), pero los países en desarrollo enfrentan una brecha tecnológica importante (OCDE, 2001).

Ramo: Herramientas y servicios para las ciencias de la salud

Apoyan la investigación biomédica y el desarrollo de nuevos tratamientos (OPS, 2019), aunque requieren fuertes inversiones que muchos sistemas de salud no pueden cubrir (OPS, 2019).

Ramo: Productos farmacéuticos

Fomentan la innovación científica, incluyendo terapias basadas en ARN mensajero (Banco Mundial, 2021), pero su alto costo limita el acceso en regiones menos desarrolladas (OMS, 2021).

Sector: Servicios Financieros

Subsector: Bienes inmobiliarios

Ramo: Bienes inmobiliarios

Favorecen la acumulación patrimonial (Banco Mundial, 2021), pero el alza de precios frente a ingresos genera crisis de asequibilidad (ONU-Hábitat, 2020).

Subsector: Entidades financieras

Ramo: Bancos

Ayudan a mitigar riesgos económicos mediante productos financieros complejos (BPI, 2021), aunque pueden propagar crisis sistémicas, como ocurrió en 2008 (FMI, 2019).

Ramo: Grupos financieros

Aportan estabilidad mediante la diversificación de líneas de negocio (FMI, 2020), pero la interconexión interna aumenta el riesgo sistémico (FMI, 2020).

Ramo: Intermediarios financieros no bancarios

Canalizan recursos hacia nichos específicos, mejorando la eficiencia financiera (FMI, 2020), aunque pueden operar con menor regulación, elevando el riesgo para usuarios (OCDE, 2021).

Ramo: Mercados financieros

Ofrecen liquidez y facilitan transacciones rápidas (Amihud & Mendelson, 1986), pero comisiones y spreads reducen el rendimiento neto (Stulz, 2019).

Ramo: Organizaciones auxiliares de crédito

Facilitan el acceso al financiamiento a PyMEs y sectores excluidos (Banco Mundial, 2020), pero las altas tasas de interés pueden provocar sobreendeudamiento (Banco Mundial, 2020).

Ramo: Seguros

Reducen riesgos de inversión y fomentan el crédito (OCDE, 2019), aunque persiste baja cobertura en economías emergentes (Banco Mundial, 2020).

Ramo: Servicios financieros diversificados

Canalizan recursos desde diversas fuentes hacia proyectos con distintos perfiles (Banco Mundial, 2020), aunque la venta cruzada puede derivar en conflictos de interés (FMI, 2019).

Ramo: Servicios financieros personales

Favorecen la organización de ingresos y el ahorro (OCDE, 2021), pero enfrentan críticas por comisiones ocultas y costos elevados (FMI, 2019).

Ramo: Sofoles (Sociedades Financieras de Objeto Limitado)

Otorgan crédito a PyMEs y sectores rurales excluidos del sistema bancario (CNBV, 2020), aunque sus tasas suelen ser altas, lo que aumenta el riesgo de sobreendeudamiento (FMI, 2019).

Subsector: Sociedades de inversión

Ramo: SIEFORES

Son esenciales para la administración del ahorro para el retiro (CONSAR, 2023), aunque enfrentan riesgos por volatilidad de mercado e inflación (Banco Mundial, 2021).

Sector: Tecnología de la información

Subsector: Equipo tecnológico y hardware

Ramo: Computadoras y periféricos

Facilitan el acceso a Internet, videoconferencias, correo electrónico y redes empresariales, siendo indispensables para el trabajo remoto y la globalización de los negocios (Stallings, 2018). Sin embargo, los problemas de compatibilidad entre periféricos antiguos y nuevas tecnologías limitan su reutilización, generando gastos adicionales para usuarios y empresas (Laudon & Laudon, 2020).

Ramo: Dispositivos electrónicos de oficina

Permiten una colaboración eficiente entre equipos, incluso en entornos remotos o híbridos, mediante herramientas como sistemas de videoconferencia, pizarras digitales y computadoras (Stair & Reynolds, 2021). No obstante, presentan problemas de obsolescencia, ya que estos equipos rápidamente se vuelven incompatibles con nuevos sistemas operativos o software (Laudon & Laudon, 2020).

Ramo: Equipo de comunicaciones

Esencial para el flujo de datos y voz dentro y fuera de las organizaciones, permite la conectividad constante entre empleados, clientes y socios mediante routers, switches, servidores, teléfonos, etc. (Laudon & Laudon, 2020). Sin embargo, la obsolescencia tecnológica y los altos costos de actualización representan un desafío constante (Gartner, 2021).

Ramo: Equipo e instrumentos electrónicos

Son fundamentales para sectores clave como telecomunicaciones, medicina, industria, defensa y entretenimiento, impulsando la productividad y la innovación tecnológica (Sedra & Smith, 2020). El problema principal radica en la rápida obsolescencia, lo que fomenta el consumo excesivo y la generación de residuos electrónicos (Baldé et al., 2017).

Subsector: Semiconductores y equipo relacionado

Ramo: Semiconductores y equipo relacionado

Son la base de la fabricación de dispositivos electrónicos. Su desarrollo sostiene la era digital. No obstante, los altos costos de inversión en fábricas y tecnología restringen el acceso de nuevos competidores y concentran la producción en pocas empresas (Baldwin & Evenett, 2021).

Subsector: Software y servicios

Ramo: Servicios de tecnología de la información

Fomentan la creación de nuevos modelos de negocio y productos digitales, apoyando el desarrollo económico e impulsando la innovación (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Pero enfrentan riesgos significativos relacionados con la ciberseguridad y la privacidad de los datos (ENISA, 2022).

Ramo: Software

Es una herramienta esencial en la automatización, gestión de datos e innovación en múltiples sectores como salud, finanzas y educación (Sommerville, 2011). Sin embargo, los errores en el software (bugs) pueden ocasionar pérdidas económicas y poner en riesgo la seguridad, especialmente en sistemas críticos (Leveson, 1995).

Ramo: Software y servicios de internet

Mejoran la eficiencia, productividad y competitividad tanto de organizaciones como de individuos (Pressman & Maxim, 2014). A pesar de esto, son vulnerables a amenazas como ataques cibernéticos, fraudes y robos de datos (McGraw, 2006).

Sector: Servicios de telecomunicaciones

Subsector: Medios de comunicación

Ramo: Medios de comunicación

Actúan como canales fundamentales para la comunicación masiva, fomentando la cohesión social y el ejercicio democrático al facilitar el acceso a noticias y debates públicos (McQuail, 2010). Sin embargo, la concentración de la propiedad mediática puede reducir la diversidad de voces y generar sesgos informativos (Bagdikian, 2004).

Subsector: Servicio de telecomunicaciones

Ramo: Servicios de telecomunicaciones diversos

Son esenciales para el desarrollo económico y social, permitiendo la comunicación inmediata y el acceso global a la información (Van Dijk, 2020). La principal problemática es la brecha digital, que impide una distribución equitativa del acceso a estas tecnologías (Van Dijk, 2020).

Ramo: Servicios de telecomunicaciones inalámbricas

Facilitan la conectividad móvil y el acceso a internet prácticamente en cualquier lugar, siendo pilares de la infraestructura moderna (Rappaport, 2014). No obstante, presentan desafíos de seguridad y privacidad (Stallings, 2017).

Sector: Servicios públicos

Subsector: Servicios públicos

Ramo: Multiservicios

Son claves para el funcionamiento de servicios digitales como la videoconferencia, el comercio electrónico y la nube, al permitir el manejo eficiente de grandes volúmenes de datos (Agrawal & Dutta, 2015). Pero requieren grandes inversiones y planificación para evitar obsolescencia en la infraestructura (Mitra, 2010).

Ramo: Suministros de gas

Garantizar un suministro seguro es vital para la seguridad energética y el bienestar social. No obstante, la transición hacia energías renovables plantea desafíos importantes para la industria del gas, que debe adaptarse a nuevas regulaciones sostenibles (Bhattacharyya, 2011).

Ramo: Suministro eléctrico

Un suministro estable es esencial para evitar pérdidas económicas y garantizar servicios básicos como salud, educación y seguridad (Ackermann et al., 2001). Sin embargo, problemas como infraestructura obsoleta, pérdidas técnicas y vulnerabilidad a desastres naturales pueden provocar interrupciones severas (Mukherjee & Mitra, 2012).

3.5. Empresas del ramo

Sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”, que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, las cuales son:

- Advantest Corporation
- Tokyo Electron Limited
- Axcelis Technologies, Inc
- Analog Devices, Inc
- Applied Materials, Inc
- Ambarella, Inc
- Advanced Micro Devices Inc
- Alpha and Omega Semiconductor Limited
- Broadcom Inc
- First Solar Inc.

CAPÍTULO 4. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente capítulo desarrolla de manera exhaustiva el enfoque metodológico empleado en esta investigación, el cual tiene por objetivo evaluar la efectividad del Modelo de Markowitz en la construcción de portafolios sectoriales diversificados, tomando como referencia el comportamiento del mercado financiero mexicano antes, durante y después de la pandemia de Covid-19. La metodología es el pilar que permite estructurar de manera lógica y rigurosa el proceso de investigación, garantizando la validez de los resultados obtenidos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Este capítulo se organiza en las siguientes secciones: tipo de investigación (origen de datos, enfoque, alcance y temporalidad), población y muestra, planteamiento del problema e hipótesis, variables de estudio, herramientas de análisis y procedimiento. Cada uno se desarrolla a partir de la teoría metodológica y se contextualiza específicamente con relación al estudio realizado.

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación define la naturaleza, el enfoque y los métodos utilizados para responder las preguntas planteadas en el problema de investigación. Esta clasificación puede basarse en múltiples dimensiones: el origen de los datos (documentales o empíricos), el paradigma epistemológico (cuantitativo, cualitativo o mixto), el nivel de profundidad (descriptivo, correlacional, explicativo o experimental), y la temporalidad (transversal o longitudinal) (Sampieri, Collado & Lucio, 2022; Hernández et al., 2014).

Origen de datos

Desde la perspectiva de las fuentes utilizadas, esta investigación se considera mixta. Es decir, incorpora tanto componentes documentales como empíricos:

- Documental, ya que se apoya en el análisis de teorías previas y estudios académicos relacionados con el modelo de Markowitz, la diversificación sectorial y el comportamiento del mercado bursátil ante eventos disruptivos como la pandemia (Reyes-Ruiz & Carmona-Alvarado, 2020).
- Empírica, dado que se utilizan datos reales, como los precios históricos de cierre de acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), obtenidos de fuentes oficiales y plataformas financieras (BMV, Yahoo Finance, Bloomberg).

La investigación mixta permite una mejor comprensión del fenómeno al integrar lo teórico y lo práctico (Questionpro, 2025).

Enfoque

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo como metodología predominante. La investigación cuantitativa se caracteriza por la medición numérica de variables, el uso de herramientas estadísticas y la posibilidad de probar hipótesis de manera objetiva (Hecker, 2025). Se emplean técnicas como el cálculo de rendimientos, varianzas, covarianzas y optimización mediante Solver, con el fin de aplicar el modelo matemático de Markowitz a portafolios reales.

A pesar del predominio cuantitativo, también se incluye un componente cualitativo menor relacionado con la selección de sectores y empresas, que se fundamenta en criterios teóricos y de pertinencia contextual (Salazar, 2020).

Alcance

El estudio tiene un alcance correlacional y explicativo:

- Correlacional, porque examina la relación entre la diversificación sectorial y el comportamiento de los portafolios (rendimiento y volatilidad).
- Explicativo, ya que busca establecer cómo y por qué la diversificación influye en los resultados, especialmente bajo condiciones de alta incertidumbre como las generadas por la pandemia.

Por temporalidad

Desde la dimensión temporal, se trata de una investigación longitudinal. Este tipo de estudios analiza el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo, permitiendo observar cambios, tendencias y efectos derivados de eventos o condiciones específicas (Sybing, 2025).

En este caso, se analiza la evolución del riesgo y rendimiento de portafolios de inversión en tres fases definidas por la pandemia de Covid-19:

- Periodo previo a la pandemia: 2017-2019
- Periodo de impacto pandémico: 2020–2023
- Periodo de recuperación postpandemia: 2023–2025

La observación de estos tres momentos permite entender cómo se comporta la diversificación sectorial en distintos contextos macroeconómicos.

4.2 Población y muestra

La población en una investigación está compuesta por todos los elementos que poseen las características relevantes para el estudio. La muestra, por su parte, es un subconjunto de la población seleccionada de acuerdo con criterios metodológicos (Hernández et al., 2014).

Población

La población del estudio está conformada por las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), con énfasis en aquellas clasificadas en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”.

Según datos de la BMV (2021), al cierre de ese año existían más de 78 emisoras listadas. No obstante, el interés de esta tesis se concentra en aquellas empresas que cumplan con ciertos criterios de análisis financiero.

Muestra

La muestra es no probabilística por conveniencia, lo cual implica que los elementos son seleccionados con base en su accesibilidad, disponibilidad de datos históricos y relevancia sectorial. Este tipo de muestreo es adecuado cuando el acceso a la totalidad de la población es limitado, pero se requiere obtener información precisa y útil para los fines del estudio (Hernández et al., 2014). Bajo este contexto, se seleccionaron empresas que cumplieran con los siguientes tres criterios:

1. Disponibilidad completa de datos históricos de precios entre 2015 y 2025.

2. Pertenencia a diferentes sectores económicos para asegurar diversificación intersectorial.
3. Representatividad en el sector, evaluada con base en capitalización bursátil o volumen de negociación.

De esta forma, se seleccionaron diez empresas por portafolio, y se construyeron diez portafolios, cada uno diversificado por sector, incluyendo al menos una empresa del subsector “Semiconductores y equipo relacionado”. Esto permite evaluar de manera precisa la capacidad del modelo de Markowitz para optimizar la diversificación en entornos cambiantes.

4.3 Planteamiento del problema e hipótesis

Planteamiento del problema

El planteamiento del problema consiste en la formulación clara, precisa y delimitada de la situación que se pretende estudiar. Define el contexto general, evidencia una problemática y culmina con una pregunta de investigación que guía el estudio (Hernández et al., 2014).

La crisis global provocada por la pandemia de Covid-19 expuso con fuerza las fragilidades estructurales de los mercados financieros, incrementando la volatilidad de los activos y afectando la estabilidad de los portafolios. En este contexto, se revaloró la importancia de la gestión eficiente del riesgo, en particular la diversificación sectorial, principio clave de la Teoría Moderna de Portafolios propuesta por Markowitz (1952).

Diversos estudios (Sharpe, 1994; Borio, 2020; Baig et al., 2020; Hale et al., 2021) documentaron que algunos sectores, como el tecnológico y el de salud, demostraron mayor resiliencia, mientras que otros fueron más vulnerables. No

obstante, en México aún existe poca evidencia empírica sobre cómo la diversificación sectorial, bajo el Modelo de Markowitz, impactó el rendimiento y riesgo en distintos momentos de la pandemia.

A partir de ello, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿La aplicación del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, permite maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y reducir la volatilidad en comparación con portafolios no diversificados en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”?

Hipótesis

La hipótesis es una proposición comprobable que busca establecer una relación entre variables (Creswell, 2014). En este estudio se plantea la siguiente:

Hipótesis principal:

La aplicación del Modelo de Markowitz en la diversificación de portafolios sectoriales de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores antes, durante y después de la pandemia de Covid-19 permite maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y minimizar la volatilidad de los portafolios en el sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”.

Se espera que los portafolios diversificados de forma óptima tengan un mejor desempeño en términos de rendimientos ajustados por riesgo y menor volatilidad que los portafolios no diversificados.

4.4. Variables de investigación

En términos metodológicos, una variable es una propiedad o característica que puede adquirir distintos valores y que se somete a análisis en el proceso investigativo. Se clasifican en dependientes e independientes, de acuerdo con su función en el modelo (Sampieri et al., 2022).

Variables independientes

- **Riesgo:**
Medido como la varianza o desviación estándar de los rendimientos de los activos. Esta variable busca ser minimizada en el modelo de Markowitz.

- **Rendimiento esperado:**
Rentabilidad anticipada de los activos individuales, que se estima a partir de sus rendimientos históricos.

- **Covarianza:**
Mide la relación entre los movimientos de los rendimientos de diferentes activos; es fundamental para estimar la diversificación.

- **Proporciones de activos:**
Es la cantidad o porcentaje de inversión asignada a cada activo dentro del portafolio.

Variable dependiente

- Rendimiento del portafolio:
Se calcula como el rendimiento ponderado de los activos en el portafolio. Es el objetivo de optimización en el modelo.

El modelo de Markowitz (1952) busca maximizar el rendimiento del portafolio sujeto a una determinada tolerancia al riesgo, utilizando las variables anteriormente descritas.

4.5 Herramientas para el análisis

Las herramientas de análisis son los recursos técnicos y computacionales empleados para procesar los datos y aplicar modelos estadísticos o matemáticos (Sampieri et al., 2022).

La herramienta principal será Microsoft Excel, por las siguientes razones:

- Permite el cálculo de rendimientos diarios y mensuales.
- Facilita la estimación de matrices de varianza y covarianza.
- Ofrece la herramienta Solver, que optimiza portafolios minimizando el riesgo dado un rendimiento esperado.
- Puede representar gráficamente la frontera eficiente del modelo.

Este software ha sido validado en estudios similares por su versatilidad y eficiencia (Benninga, 2014; Winston, 2020).

4.6. Procedimiento

El procedimiento metodológico describe paso a paso las actividades desarrolladas para implementar el estudio y alcanzar los objetivos propuestos (Hernández et al., 2014).

Etapas del procedimiento

1. Recolección de datos:

Se obtendrán los precios históricos de cierre desde 2017 hasta 2025, usando fuentes oficiales (BMV) y plataformas financieras (Yahoo Finance, Bloomberg).

2. Cálculo de rendimientos:

Se utilizarán rendimientos logarítmicos diarios y mensuales para cada acción.

3. Estimación de riesgo y relaciones:

Se calculará la desviación estándar de cada activo y las matrices de correlación y covarianza.

4. Construcción de portafolios:

Se agruparán diez empresas por portafolio, con sectores diversos, manteniendo la presencia del sector software.

5. Optimización con Solver:

Se aplicará el algoritmo de Solver en Excel para hallar la mejor combinación de activos que minimice el riesgo o maximice el retorno.

6. Comparación temporal:

Se analizará el comportamiento de cada portafolio en los tres periodos definidos: antes, durante y después de la pandemia.

7. Interpretación de resultados:

Se evaluarán los cambios en rendimiento, riesgo y correlación en función del contexto económico.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Este capítulo expone los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. La información se presenta de forma clara y estructurada, permitiendo identificar tendencias, relaciones y comportamientos relevantes para el estudio.

5.1. Resultados antes de la pandemia (enero 2017 – diciembre 2019)

Con la finalidad de identificar combinaciones óptimas de activos que maximicen el rendimiento esperado para un nivel dado de riesgo, se aplicó el Modelo de Markowitz antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, a portafolios compuesto por empresas del sector “Tecnología de la información”, subsector “Semiconductores y equipo relacionado”, que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, las cuales son: Advantest Corporation, Tokyo Electron Limited, Axcelis Technologies, Inc, Analog Devices, Inc, Applied Materials, Inc, Ambarella, Inc, Advanced Micro Devices Inc, Alpha and Omega Semiconductor Limited, Broadcom Inc, First Solar Inc. Este enfoque cuantitativo permite construir una frontera eficiente que describe el conjunto de portafolios que ofrecen la mejor relación riesgo-rendimiento posible dentro del universo analizado.

Para ello, se seleccionaron diez empresas representativas del ramo y, mediante la herramienta Solver de Excel, se resolvió el problema de optimización bajo restricciones propias del modelo, se construyeron diez portafolios con distintas combinaciones de activos, cuyos niveles de riesgo y rendimiento fueron calculados utilizando la varianza y la determinación de la matriz de Markowitz.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos antes de la pandemia por Covid-19, mediante el análisis de los datos a través de herramientas estadísticas del programa Excel, en la cual se determinaron el rendimiento mensual esperado, la varianza mensual, la desviación estándar la cual mide el riesgo y el coeficiente de variación para cada una de las diez empresas seleccionadas del sector tecnología de la información. El análisis detallado de estos indicadores estadísticos permite evaluar tanto la rentabilidad como el riesgo financiero asociado a cada activo, proporcionando una visión integral del comportamiento de las empresas en el periodo previo a la crisis sanitaria.

- Advantest Corporation presenta un rendimiento mensual esperado de 4.085%, la varianza mensual de 0.0172 y la desviación estándar de 13.102% reflejan su volatilidad. Su coeficiente de variación (CV) de 3.208 indica una relación riesgo-rendimiento.

- Tokyo Electron Limited presenta un rendimiento mensual esperado de 2.707%, con una varianza de 0.0107 y desviación estándar de 10.359%. El coeficiente de variación de 3.827.

- Axcelis Technologies, Inc muestra un rendimiento mensual esperado de apenas 2.033%, acompañado de una desviación estándar de 11.910% y un coeficiente de variación de 5.858.

- Analog Devices, Inc presenta un rendimiento esperado de 1.607%, pero también un nivel de riesgo, con desviación estándar de 7.514%. No obstante, el coeficiente de variación de 4.675.

- Applied Materials, Inc alcanza un rendimiento esperado de 2.084% con una desviación estándar de 9.162%. Su coeficiente de variación fue de 4.397.

- Ambarella, Inc exhibe un rendimiento mensual esperado de 1.240%, especialmente considerando su desviación estándar de 11.357%. Su coeficiente de variación de fue 9.156.
- Advanced Micro Devices Inc se posiciona como la empresa más rentable, con un rendimiento mensual esperado de 5.813%. Su volatilidad (desviación estándar) de 17.173% y su coeficiente de variación de 2.954.
- Alpha and Omega Semiconductor Limited con un rendimiento mensual esperado negativo de -0.478% y una desviación estándar de 11.213%. El coeficiente de variación de -23.466.
- Broadcom Inc ofrece un rendimiento mensual de 1.578%, con el nivel de riesgo (desviación estándar) de 7.046%. Aunque su coeficiente de variación de 4.464.
- First Solar Inc presenta un rendimiento esperado de 2.392% y una desviación estándar de 11.972%, lo que resulta en un coeficiente de variación de 5.004.

Empresas destacadas y riesgosas

En términos de eficiencia riesgo-rendimiento, destacan tres empresas:

1. Advanced Micro Devices Inc, con el mayor rendimiento esperado (5.813%) y el mejor coeficiente de variación (2.954), se posiciona como la opción más eficiente del grupo.
2. Advantest Corporation presenta un buen equilibrio entre rendimiento (4.085%) y riesgo, con un coeficiente de variación de 3.208.
3. Tokyo Electron Limited, aunque con menor rendimiento, su coeficiente de variación de 3.827 mantiene una relación aceptable.

Por el contrario, se identificaron tres empresas con desempeño relativamente desfavorable:

1. Alpha and Omega Semiconductor Limited, con rendimiento negativo y alto riesgo, con un coeficiente de variación negativo (-23.466), lo que sugiere su exclusión en cualquier estrategia de inversión racional.
2. Ambarella, Inc, con riesgo elevado con una rentabilidad baja (CV = 9.156), la convierte en una opción poco atractiva.
3. Axcelis Technologies, Inc, con coeficiente de variación de 5.858 revela una baja eficiencia frente al nivel de riesgo asumido.

Coeficiente de correlación

Posteriormente se obtuvo con la herramienta de Excel el coeficiente de correlación, la cual refleja la intensidad y dirección de la relación lineal entre los rendimientos mensuales de las diez empresas seleccionadas del sector “Tecnología de la información” en el periodo previo a la pandemia por Covid-19. Se observa una alta correlación positiva entre la mayoría de las empresas, con coeficientes cercanos a +1, lo que indica que los rendimientos tienden a moverse en la misma dirección, mostrando una alta movilidad dentro del sector. Este comportamiento puede explicarse por la similitud en los factores macroeconómicos y tecnológicos que afectan a estas empresas.

Sin embargo, destaca el caso de Alpha and Omega Semiconductor Limited, cuya correlación con las demás empresas es negativa y cercana a -1, lo que sugiere un comportamiento inverso en sus rendimientos respecto al resto del grupo, posiblemente por diferencias en su modelo de negocio, nicho de mercado o sensibilidad ante factores específicos. Esta alta interdependencia positiva entre la mayoría de los activos puede implicar una menor diversificación dentro del portafolio si se considera únicamente este conjunto de empresas.

Tabla 3.*Tabla de datos antes de la pandemia*

Datos	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha and Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Rendimiento mensual esperado	4.085%	2.707%	2.033%	1.607%	2.084%	1.240%	5.813%	-0.478%	1.578%	2.392%
Varianza mensual	0.0171	0.0107	0.0141	0.0056	0.0083	0.0128	0.0294	0.0125	0.0049	0.0143
Desviación estándar	13.102%	10.359%	11.910%	7.514%	9.162%	11.357%	17.173%	11.213%	7.046%	11.972%
Coefficiente de variación	3.208	3.827	5.858	4.675	4.397	9.156	2.954	-23.466	4.464	5.004

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 4.*Coefficiente de correlación antes de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	1.0000	0.9999	0.9998	0.9998	0.9999	0.9997	0.9999	-0.9993	0.9998	0.9999
Tokyo Electron Limited	0.9999	1.0000	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9997	-0.9995	0.9999	0.9999
Axcelis Technologies, Inc.	0.9998	0.9999	1.0000	0.9999	0.9999	0.9999	0.9996	-0.9997	0.9999	0.9999
Analog Devices, Inc.	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000	0.9999	0.9999	0.9995	-0.9997	0.9999	0.9999
Applied Materials, Inc.	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	1.0000	0.9999	0.9996	-0.9996	0.9999	0.9999
Ambarella, Inc.	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	1.0000	0.9994	-0.9998	0.9999	0.9999
Advanced Micro Devices Inc.	0.9999	0.9997	0.9996	0.9995	0.9996	0.9994	1.0000	-0.9989	0.9995	0.9997
Alpha And Omega Semiconductor L.	-0.9993	-0.9995	-0.9997	-0.9997	-0.9996	-0.9998	-0.9989	1.0000	-0.9997	-0.9996
Broadcom Inc.	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	-0.9997	1.0000	0.9999
First Solar Inc.	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9997	-0.9996	0.9999	1.0000

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Continuando con los resultados para obtener los portafolios y los rendimientos, se utilizaron datos de la tabla 3; por otra parte, se obtuvieron los datos de la tabla 5 covarianza, tabla 6 matriz de Markowitz, las cuales sirvieron para determinar rendimiento, riesgo y desempeño, posteriormente se corrió con Solver y se obtuvieron los resultados de la tabla 7, que son los porcentajes de los portafolios y tabla 8, riesgo y rendimiento de los portafolios, interpretándose de la siguiente manera:

En el presente apartado se analizan los portafolios generados con base en la metodología de optimización propuesta por Markowitz, aplicando la herramienta Solver de Excel y considerando información financiera del periodo comprendido entre 2017 al 2019, es decir, antes del impacto global de la pandemia del Covid-19. Este contexto es esencial para interpretar los resultados, ya que durante estos años los mercados financieros mantenían condiciones relativamente estables, sin las distorsiones sanitarias, políticas y económicas que comenzarían a partir de 2020.

El primer portafolio presenta a la empresa Alpha and Omega Semiconductor con 100%, lo que representa una estrategia de inversión no diversificada. Esta cartera mostró riesgo de 11.213% y un rendimiento esperado de -0.478%.

En el segundo portafolio se incorpora Advantest Corporation con un 10.10% de participación, dejando el 89.90% restante en Alpha and Omega. Con un riesgo de 10.882% y el rendimiento de -0.017%.

A partir del tercer portafolio, la combinación de Alpha and Omega Semiconductor Limited (55.16%) y Broadcom Inc. (44.84%) con un riesgo al 8.100% y logra un rendimiento de 0.444%.

El cuarto portafolio mantiene esta tendencia favorable, integrando a Analog Devices Inc. (17.25%), junto con Alpha and Omega Semiconductor Limited (32.98%) y Broadcom Inc. (49.76%). El riesgo en 7.066% y el rendimiento en 0.905%.

El portafolio cinco, relación riesgo-rendimiento (1.366% con 6.448% de riesgo), incorporando a Tokyo Electron Limited (4.32%) y aumentando la participación de Analog Devices (28.95%), Alpha and Omega Semiconductor Limited (13.10%) y Broadcom Inc. (53.63%).

En el sexto, el riesgo en 6.119% y el rendimiento se sitúa en 1.827%. La diversificación se amplía con participaciones en empresas como Advantest Corporation (0.07%), Tokyo Electron Limited (16.11%), Analog Devices, Inc. (27.22%), Advanced Micro Devices Inc. (1.10%), Broadcom Inc. (54.20%) y First Solar Inc. (1.30%).

En el portafolio siete, el rendimiento en 2.288%, con un riesgo de 6.158%. La diversificación se extiende a seis empresas: Advantest Corporation (0.09%), Tokyo Electron Limited (23.36%), Analog Devices, Inc. (13.03%), Advanced Micro Devices Inc. (9.52%), Broadcom Inc. (49.47%) y First Solar Inc. (4.52%).

El octavo portafolio ofrece un rendimiento de 2.749%, manteniendo un riesgo de 6.444%. Las principales emisoras son Broadcom (45.83%), Tokyo Electron (21.15%), Advanced Micro Devices Inc. (14.46%); sin embargo, también figuran las empresas Advantest Corporation (9.95%) y First Solar Inc. (8.61%).

En el noveno portafolio se alcanza un rendimiento del 3.210%, pero con un riesgo de 7.054%. La cartera está compuesta por cinco empresas con participaciones similares, incluyendo a Advantest Corporation (15.68%), Tokyo Electron (20.53%), Advanced Micro Devices Inc. (21.72%), Broadcom Inc. (31.37%) y First Solar (10.70%).

Finalmente, el décimo portafolio, con el rendimiento más alto (3.671%) y un riesgo de 7.941%, incluye cinco empresas las cuales son Advantest Corporation (21%), Tokyo Electron Limited (20%), Advanced Micro Devices Inc. (29%), Broadcom Inc. (17%) y First Solar Inc. (13%).

Recomendación del portafolio óptimo (periodo 2017–2019)

Considerando el entorno económico estable del periodo 2017–2019, el portafolio número 6 destaca como la alternativa más eficiente al ofrecer un rendimiento esperado de 1.827% con el menor nivel de riesgo observado (6.119%). Su diversificación bien balanceada habría permitido enfrentar posibles fluctuaciones del mercado sin comprometer el retorno esperado.

No obstante, para inversionistas con mayor tolerancia al riesgo, el portafolio número 10 representa una opción altamente atractiva, al ofrecer un rendimiento considerablemente mayor (3.671%), con un nivel de riesgo alto (7.941%).

Este análisis sirve como base comparativa para los siguientes periodos que se abordarán en este estudio: el correspondiente a la crisis sanitaria global (2020–2021) y el periodo posterior a la pandemia (2022 en adelante).

Tabla 5.*Covarianza antes de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha and Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	0.0171	0.0081	0.0084	0.0041	0.0068	0.0061	0.0038	0.0082	0.0016	0.0024
Tokyo Electron Limited	0.0081	0.0107	0.0076	0.0035	0.0069	0.0051	-0.0002	0.0075	0.0015	0.0044
Axcelis Technologies, Inc.	0.0084	0.0076	0.0141	0.0045	0.0082	0.0051	0.0016	0.0074	0.0035	0.0032
Analog Devices, Inc.	0.0041	0.0035	0.0045	0.0056	0.0049	0.0057	0.0041	0.0050	0.0028	0.0044
Applied Materials, Inc.	0.0068	0.0069	0.0082	0.0049	0.0083	0.0053	0.0031	0.0065	0.0028	0.0044
Ambarella, Inc.	0.0061	0.0051	0.0051	0.0057	0.0053	0.0128	0.0021	0.0072	0.0038	0.0071
Advanced Micro Devices Inc.	0.0038	-0.0002	0.0016	0.0041	0.0031	0.0021	0.0294	0.0049	0.0029	0.0012
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0082	0.0075	0.0074	0.0050	0.0065	0.0072	0.0049	0.0125	0.0035	0.0060
Broadcom Inc.	0.0016	0.0015	0.0035	0.0028	0.0028	0.0038	0.0029	0.0035	0.0049	0.0028
First Solar Inc.	0.0024	0.0044	0.0032	0.0044	0.0044	0.0071	0.0012	0.0060	0.0028	0.0143

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 6.*Matriz de Markowitz antes de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha and Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	0.0004	0.0002	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0001	1.0000	8.3378	4.1432
Tokyo Electron Limited	0.0002	0.0004	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-8.9555	1.0000	9.6902	9.8675
Axcelis Technologies, Inc.	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Analog Devices, Inc.	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Applied Materials, Inc.	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Ambarella, Inc.	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Advanced Micro Devices Inc.	0.0001	-8.9555	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0013	1.0000	0.0001	2.9368
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Broadcom Inc.	8.3378	9.6902	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0001	1.0000	0.0004	9.6650
First Solar Inc.	4.1432	9.8675	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.9368	1.0000	9.6650	0.0001

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 7.*Porcentajes de los portafolios antes de la pandemia*

<i>Portafolio</i>	<i>Advantest Corporation</i>	<i>Tokyo Electron Limited</i>	<i>Axcelis Technologies, Inc.</i>	<i>Analog Devices, Inc.</i>	<i>Applied Materials, Inc.</i>	<i>Ambarella, Inc.</i>	<i>Advanced Micro Devices Inc.</i>	<i>Alpha And Omega Semiconductor Limited</i>	<i>Broadcom Inc.</i>	<i>First Solar Inc.</i>	<i>Total</i>
Portafolio 1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100.00%
Portafolio 2	10.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	89.90%	0.00%	0.00%	100.00%
Portafolio 3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	55.16%	44.84%	0.00%	100.00%
Portafolio 4	0.00%	0.00%	0.00%	17.25%	0.00%	0.00%	0.00%	32.98%	49.76%	0.00%	100.00%
Portafolio 5	0.00%	4.32%	0.00%	28.95%	0.00%	0.00%	0.00%	13.10%	53.63%	0.00%	100.00%
Portafolio 6	0.07%	16.11%	0.00%	27.22%	0.00%	0.00%	1.10%	0.00%	54.20%	1.30%	100.00%
Portafolio 7	0.09%	23.36%	0.00%	13.03%	0.00%	0.00%	9.52%	0.00%	49.47%	4.52%	100.00%
Portafolio 8	9.95%	21.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.46%	0.00%	45.83%	8.61%	100.00%
Portafolio 9	15.68%	20.53%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	21.72%	0.00%	31.37%	10.70%	100.00%
Portafolio 10	21%	20%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	17%	13%	100.00%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

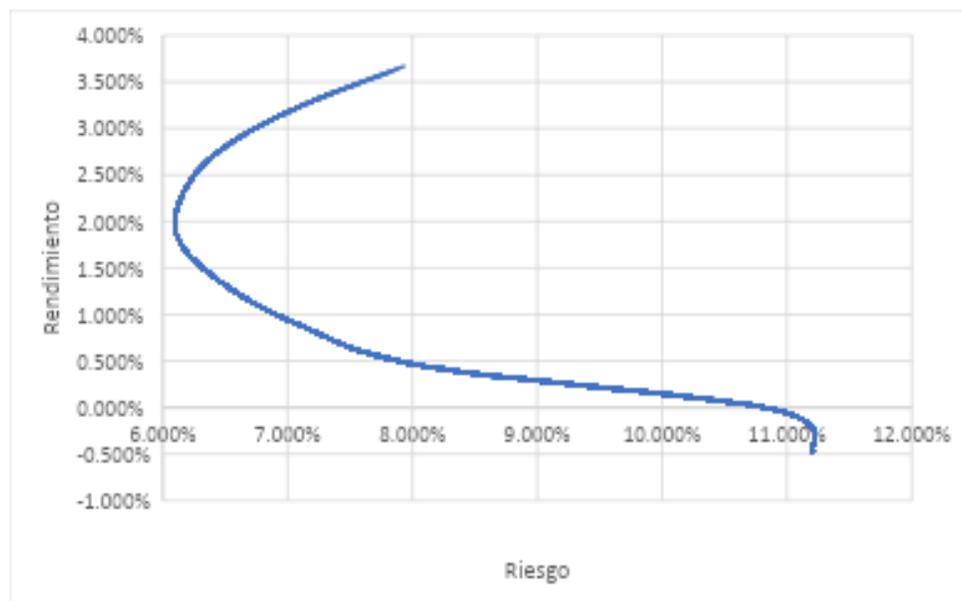
La aplicación del modelo de Markowitz a un conjunto de diez empresas del sector tecnológico que cotizan en bolsas internacionales permitió construir una frontera eficiente de inversión, la cual fue graficada para representar visualmente la relación entre riesgo y rendimiento esperados de los portafolios optimizados.

Análisis de la frontera eficiente

En la figura 4 se presenta la frontera eficiente obtenida. El eje horizontal representa el riesgo medido por la desviación estándar del portafolio, mientras que el eje vertical muestra el rendimiento esperado. Esta curva muestra el conjunto de portafolios eficientes, es decir, aquellos que ofrecen el máximo rendimiento posible para un nivel dado de riesgo, o el mínimo riesgo posible para un nivel dado de rendimiento.

Figura 4.

Frontera de Markowitz, periodo antes de la pandemia



Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Se observa una curva creciente cóncava, típica de este modelo, en la que los portafolios más diversificados y eficientemente ponderados se ubican en la parte superior izquierda de la frontera, combinando altos rendimientos con riesgos relativamente bajos. Por el contrario, los portafolios dominados por un solo activo presentan rendimientos inferiores con mayores niveles de riesgo, ubicándose más abajo en la gráfica.

Implicaciones para inversionistas

El análisis muestra que es posible construir portafolios que maximizan rendimientos sin incurrir en niveles de riesgo extremos. La frontera eficiente sirve como guía para seleccionar combinaciones de activos que se ajusten a distintos perfiles de riesgo, desde los más conservadores hasta los más agresivos. Los resultados sugieren que, para el sector tecnológico, una adecuada selección y ponderación de activos permite obtener retornos superiores con un nivel de riesgo controlado, validando así la utilidad práctica del modelo de Markowitz en escenarios reales de inversión.

Tabla 8.

Rendimiento y riesgo de los portafolios antes de la pandemia

Portafolio	Riesgo	Rendimiento
Portafolio 1	11.213%	-0.478%
Portafolio 2	10.882%	-0.017%
Portafolio 3	8.100%	0.444%
Portafolio 4	7.066%	0.905%
Portafolio 5	6.448%	1.366%
Portafolio 6	6.119%	1.827%
Portafolio 7	6.158%	2.288%
Portafolio 8	6.444%	2.749%
Portafolio 9	7.054%	3.210%
Portafolio 10	7.941%	3.671%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

En resumen

El portafolio 6 puede considerarse el más conveniente antes de la pandemia, ya que representa un equilibrio adecuado entre riesgo y rendimiento, con una combinación destacada de Broadcom Inc y una participación creciente de Analog Devices. Este portafolio logra ubicarse en la zona intermedia-alta de la frontera eficiente, lo cual sugiere que:

- No asume un riesgo excesivo.
- Logra un rendimiento esperado competitivo.
- Maximiza la diversificación efectiva sin sacrificar rentabilidad.

Este resultado es consistente con los principios del modelo de Markowitz, que prioriza la eficiencia del portafolio en términos de retorno por unidad de riesgo.

5.2. Resultados durante la pandemia (enero 2020 – mayo 2023)

Durante la pandemia de Covid-19, los mercados financieros globales enfrentaron una fuerte volatilidad, originada por la incertidumbre sanitaria, la Bolsa Mexicana de Valores no fue la excepción, registrando caídas abruptas en diversos sectores económicos. Esta etapa puso a prueba la resiliencia de las estrategias de inversión tradicionales y destacó la necesidad de aplicar modelos que optimizaran la diversificación, como el de Markowitz, para mitigar el riesgo en un entorno altamente incierto.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la pandemia por Covid-19, mediante el análisis de los datos a través de herramientas estadísticas del programa Excel mostrados en la Tabla 7, en la cual se determinaron el rendimiento mensual esperado, la varianza mensual, la desviación estándar la cual mide el riesgo y el coeficiente de variación para cada una de las diez empresas

seleccionadas del sector tecnología de la información. El análisis detallado de estos indicadores estadísticos permite evaluar tanto la rentabilidad como el riesgo financiero asociado a cada activo, proporcionando una visión integral del comportamiento de las empresas en el periodo durante la crisis sanitaria.

- Advantest Corporation presenta un rendimiento mensual esperado de 1.512%, la varianza mensual de 0.01368 y la desviación estándar de 11.696%, lo que refleja su volatilidad. Su coeficiente de variación (CV) es de 7.736, que indica una relación riesgo-rendimiento.
- Tokyo Electron Limited presenta un rendimiento mensual esperado de 2.067%, con una varianza de 0.01570359 y desviación estándar de 12.531%. El coeficiente de variación es de 6.064.
- Axcelis Technologies, Inc muestra un rendimiento mensual esperado de apenas 5.522 %, acompañado de una desviación estándar de 15.936% y un coeficiente de variación de 2.886.
- Analog Devices, Inc presenta un rendimiento esperado de 1.613, pero también un nivel de riesgo, con desviación estándar de 8.666%. No obstante, el coeficiente de variación es de 5.374.
- Applied Materials, Inc alcanza un rendimiento esperado de 2.594% con una desviación estándar de 12.547%. Su coeficiente de variación es de 4.837.
- Ambarella, Inc exhibe un rendimiento mensual esperado de 2.838%, especialmente considerando su desviación estándar de 18.704%. Su coeficiente de variación es de 6.591.

- Advanced Micro Devices Inc se posiciona como la empresa más rentable, con un rendimiento mensual esperado de 2.639%. Su volatilidad (desviación estándar) es de 16.700%, su coeficiente de variación es de 6.328.
- Alpha and Omega Semiconductor Limited, con un rendimiento mensual esperado negativo de 5.338% y una desviación estándar de 24.067%. El coeficiente de variación es de 4.509.
- Broadcom Inc ofrece un rendimiento mensual de 2.200%, con el nivel de riesgo (desviación estándar) de 8.671%. Aunque su coeficiente de variación es de 3.942.
- First Solar Inc presenta un rendimiento esperado de 4.788% y una desviación estándar de 15.921%, lo que resulta en un coeficiente de variación de 3.325.

Empresas destacadas y riesgosas

En términos de eficiencia riesgo-rendimiento, destacan tres empresas:

1. Axcelis Technologies, Inc, con el mayor rendimiento esperado (5.522%) y el mejor coeficiente de variación (2.886), se posiciona como la opción más eficiente del grupo.
2. Alpha and Omega Semiconductor Limited, presenta un buen equilibrio entre rendimiento (5.338%) y riesgo, con un coeficiente de variación de 4.509.
3. First Solar Inc, aunque con menor rendimiento, su coeficiente de variación de 3.325 mantiene una relación.

Por el contrario, se identificaron tres empresas con desempeño relativamente desfavorable:

1. Advantest Corporation, rendimiento negativo y alto riesgo, con un coeficiente de variación de 7.736, lo que sugiere su exclusión en cualquier estrategia de inversión racional.
2. Ambarella, Inc, con riesgo elevado y con una rentabilidad baja (CV = 6.591), la convierte en una opción poco atractiva.
3. Advanced Micro Devices Inc, con coeficiente de variación de 6.328 revela una baja eficiencia frente al nivel de riesgo asumido.

Coeficiente de correlación

Posteriormente se obtuvo con la herramienta de Excel el coeficiente de correlación (tabla 8), la cual refleja la intensidad y dirección de la relación lineal entre los rendimientos mensuales de las diez empresas seleccionadas del sector “Tecnología de la información” en el periodo previo a la pandemia por Covid-19. Se observa una alta correlación positiva entre la mayoría de las empresas, con coeficientes cercanos a +1, lo que indica que los rendimientos tienden a moverse en la misma dirección, mostrando una alta movilidad dentro del sector. Este comportamiento puede explicarse por la similitud en los factores macroeconómicos y tecnológicos que afectan a estas empresas.

Sin embargo, destaca el caso de Alpha and Omega Semiconductor Limited, cuya correlación con las demás empresas es negativa y cercana a -1, lo que sugiere un comportamiento inverso en sus rendimientos respecto al resto del grupo, posiblemente por diferencias en su modelo de negocio, nicho de mercado o sensibilidad ante factores específicos. Esta alta interdependencia positiva entre la mayoría de los activos puede implicar una menor diversificación dentro del portafolio si se considera únicamente este conjunto de empresas.

Tabla 9.*Tabla de datos durante la pandemia*

Datos	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Rendimiento mensual esperado	1.512%	2.067%	5.522%	1.613%	2.594%	2.838%	2.639%	5.338%	2.200%	4.788%
Varianza mensual	0.0136	0.0157	0.0253	0.00751001	0.0157	0.0349	0.0278	0.0579	0.0075	0.0253
Desviación estándar	11.696%	12.531%	15.936%	8.666%	12.547%	18.704%	16.700%	24.067%	8.671%	15.921%
Coefficiente de variación	7.736	6.064	2.886	5.374	4.837	6.591	6.328	4.509	3.942	3.325

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 10.*Coefficiente de correlación durante la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	1.0000	0.7430	0.6575	0.5624	0.6841	0.4386	0.4996	0.5003	0.7627	0.3261
Tokyo Electron Limited	0.7430	1.0000	0.7291	0.7033	0.8313	0.5332	0.6543	0.6430	0.7635	0.2831
Axcelis Technologies, Inc.	0.6575	0.7291	1.0000	0.6336	0.7536	0.53403	0.5443	0.5763	0.7080	0.3582
Analog Devices, Inc.	0.5624	0.7033	0.6336	1.0000	0.7622	0.6082	0.4994	0.6732	0.6531	0.4312
Applied Materials, Inc.	0.6841	0.8313	0.7536	0.7622	1.0000	0.6269	0.6034	0.6210	0.7386	0.3085
Ambarella, Inc.	0.4386	0.5332	0.5340	0.6082	0.6269	1.0000	0.4463	0.5190	0.5704	0.2629
Advanced Micro Devices Inc.	0.4996	0.6543	0.5443	0.4994	0.6034	0.4463	1.0000	0.4658	0.5825	0.4360
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.5003	0.6430	0.5763	0.6732	0.6210	0.5190	0.4658	1.0000	0.6179	0.3703
Broadcom Inc.	0.7627	0.7635	0.7080	0.6531	0.7386	0.5704	0.5825	0.6179	1.0000	0.3272
First Solar Inc.	0.3261	0.2831	0.3582	0.4312	0.3085	0.2629	0.4360	0.3703	0.3272	1.0000

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Continuando con los resultados para poder obtener los portafolios y los rendimientos se utilizaron datos de la tabla número 7, por otra parte, se obtuvieron los datos de la tabla 9 la covarianza, tabla 10 matriz de Markowitz, las cuales sirvieron para determinar rendimiento, riesgo y desempeño, posteriormente se corrió con Solver y se obtuvieron los resultados de la tabla 11 porcentajes de los portafolios y tabla 12 riesgo y rendimiento de los portafolios, interpretándose de la siguiente manera:

En el presente apartado se analizan los portafolios generados con base en la metodología de optimización propuesta por Markowitz, aplicando la herramienta Solver de Excel y considerando información financiera del periodo comprendido entre 2020 al 2023, es decir, durante el impacto global de la pandemia del Covid-19.

El primer portafolio presenta a la empresa Advantest Corporation con una 100%, lo que representa una estrategia de inversión no diversificada. Esta cartera mostró riesgo de 15.092% y un rendimiento esperado de 1.512%.

En el segundo portafolio se incorpora First Solar Inc con un 3.21% de participación, Broadcom Inc con 35.43% y Analog Devices con 61.36%. Con un riesgo de 8.006%, el rendimiento de 1.923%.

A partir del tercer portafolio, la combinación de First Solar Inc. (14.99%), Broadcom Inc. (41.70%) y Analog Devices, Inc. (43.31%), con un riesgo de 8.164% y logra un rendimiento de 2.333%.

El cuarto portafolio mantiene esta tendencia favorable, integrando a Axcelis Technologies, Inc (6.06%), junto con First Solar Inc. (20.67%), Analog Devices, Inc. (32.66%) y Broadcom Inc. (40.61%). El riesgo en 8.635% y el rendimiento en 2.744%.

El portafolio cinco, relación riesgo-rendimiento (3.155% con 9.221% de riesgo), manteniendo a Axcelis Technologies, Inc. (13.83%), Analog Devices (24.11%), First Solar Inc. (24.62%) y Broadcom Inc. (37.43%).

En el sexto, el riesgo en 9.897% y el rendimiento se sitúa en 3.566%. Sigue manteniéndose con la participación de las empresas como Analog Devices, Inc. (15.56%), Axcelis Technologies, Inc. (21.60%), %, First Solar Inc. (28.58%), y Broadcom Inc. (34.26%).

En el portafolio siete, el rendimiento en 3.977%, con un riesgo de 10.646%. Manteniendo la misma tendencia, Analog Devices, Inc. (7.01%), Axcelis Technologies, Inc. (29.38%), Broadcom Inc. (31.08%) y First Solar Inc. (32.53%).

El octavo portafolio ofrece un rendimiento de 4.387%, con un riesgo de 11.454%. Empezando a disminuir la participación de empresas quedando solo con Broadcom Inc. (26.11%), First Solar Inc. (36.39%) y Axcelis Technologies, Inc. (37.50%).

En el noveno portafolio se alcanza un rendimiento del 4.798%, pero con un riesgo de 12.334%. La cartera está compuesta por tres empresas, incluyendo a Broadcom Inc. (13.00%), First Solar (39.79%) y Axcelis Technologies, Inc. (47.21%).

Finalmente, el décimo portafolio, con el rendimiento más alto (5.209%) y un riesgo de 13.284%, queda en la cartera solo dos empresas: Axcelis Technologies, Inc. (57.00%) y First Solar Inc. (43.00%).

Recomendación del portafolio óptimo (periodo 2020–2023)

Considerando el entorno económico estable del periodo 2020–2023, el portafolio número 6 destaca como la alternativa más eficiente al ofrecer un rendimiento esperado de 3.566% con el menor nivel de riesgo observado (9.897%). Su

diversificación bien balanceada habría permitido enfrentar posibles fluctuaciones del mercado sin comprometer el retorno esperado.

No obstante, para inversionistas con mayor tolerancia al riesgo, el portafolio número 10 representa una opción altamente atractiva, al ofrecer un rendimiento considerablemente mayor (5.209%) con un nivel de riesgo alto (13.284%).

Este análisis sirve como base comparativa para los siguientes periodos que se abordarán en este estudio: el periodo posterior a la pandemia (2023 en adelante).

Tabla 11.*Covarianza durante la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor or Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc
Advantest Corporation	0.0227	0.0136	0.0159	0.0072	0.0126	0.0122	0.0127	0.0176	0.0107	0.0078
Tokyo Electron Limited	0.0136	0.0148	0.0142	0.0072	0.0124	0.0120	0.0135	0.0183	0.0086	0.0055
Axcelis Technologies, Inc.	0.0159	0.0142	0.0257	0.0086	0.0148	0.0158	0.0148	0.0216	0.0105	0.0092
Analog Devices, Inc.	0.0072	0.0072	0.0086	0.0072	0.0079	0.0095	0.0071	0.0133	0.0051	0.0058
Applied Materials, Inc.	0.0126	0.0124	0.0148	0.0079	0.0150	0.0142	0.0125	0.0178	0.0084	0.0060
Ambarella, Inc.	0.0122	0.0120	0.0158	0.0095	0.0142	0.0343	0.0140	0.0224	0.0098	0.0077
Advanced Micro Devices Inc.	0.0127	0.0135	0.0148	0.0071	0.0125	0.0140	0.0287	0.0184	0.0091	0.0118
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0176	0.0183	0.0216	0.0133	0.0178	0.0224	0.0184	0.0545	0.0134	0.0138
Broadcom Inc.	0.0107	0.0086	0.0105	0.0051	0.0084	0.0098	0.0091	0.0134	0.0086	0.0048
First Solar Inc.	0.0078	0.0055	0.0092	0.0058	0.0060	0.0077	0.0118	0.0138	0.0048	0.0256

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 12.*Matriz de Markowitz durante la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor or Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tokyo Electron Limited	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Axcelis Technologies, Inc.	0.0000	0.0000	5.75	-2.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.769	-1.396
Analog Devices, Inc.	0.0000	0.0000	-2.5	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.00011
Applied Materials, Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ambarella, Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Advanced Micro Devices Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Broadcom Inc.	0.0000	0.0000	-1.77	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	5.543
First Solar Inc.	0.0000	0.0000	-1.4	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.543	2.6421

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 13.*Porcentajes de portafolios durante la pandemia*

Portafolio	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.	Total
1	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.00%
2	0.00%	0.00%	0.00%	61.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	35.43%	3.21%	100.00%
3	0.00%	0.00%	0.00%	43.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	41.70%	14.99%	100.00%
4	0.00%	0.00%	6.06%	32.66%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.61%	20.67%	100.00%
5	0.00%	0.00%	13.83%	24.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	37.43%	24.62%	100.00%
6	0.00%	0.00%	21.60%	15.56%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	34.26%	28.58%	100.00%
7	0.00%	0.00%	29.38%	7.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	31.08%	32.53%	100.00%
8	0.00%	0.00%	37.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	26.11%	36.39%	100.00%
9	0.00%	0.00%	47.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.00%	39.79%	100.00%
10	0%	0%	57%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	43%	100.00%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

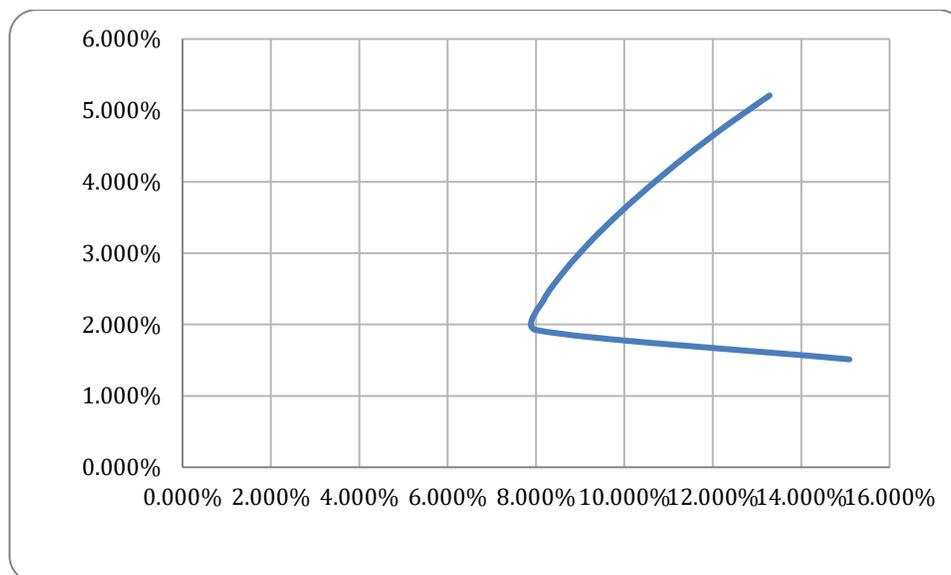
La aplicación del modelo de Markowitz a un conjunto de diez empresas del sector tecnológico que cotizan en bolsas internacionales permitió construir una frontera eficiente de inversión, la cual fue graficada para representar visualmente la relación entre riesgo y rendimiento esperados de los portafolios optimizados.

Análisis de la frontera eficiente

En la figura 5 se presenta la frontera eficiente obtenida. El eje horizontal representa el riesgo medido por la desviación estándar del portafolio, mientras que el eje vertical muestra el rendimiento esperado. Esta curva muestra el conjunto de portafolios eficientes, es decir, aquellos que ofrecen el máximo rendimiento posible para un nivel dado de riesgo, o el mínimo riesgo posible para un nivel dado de rendimiento.

Figura 5.

Frontera de Markowitz, periodo durante la pandemia



Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Se observa una curva creciente cóncava, típica de este modelo, en la que los portafolios más diversificados y eficientemente ponderados se ubican en la parte superior izquierda de la frontera, combinando altos rendimientos con riesgos relativamente bajos. Por el contrario, los portafolios dominados por un solo activo presentan rendimientos inferiores con mayores niveles de riesgo, ubicándose más abajo en la gráfica.

Implicaciones para inversionistas

El análisis muestra que es posible construir portafolios que maximizan rendimientos sin incurrir en niveles de riesgo extremos. La frontera eficiente sirve como guía para seleccionar combinaciones de activos que se ajusten a distintos perfiles de riesgo, desde los más conservadores hasta los más agresivos. Los resultados sugieren que, para el sector tecnológico, una adecuada selección y ponderación de activos permite obtener retornos superiores con un nivel de riesgo controlado, validando así la utilidad práctica del modelo de Markowitz en escenarios reales de inversión.

Tabla 14.

Rendimiento y riesgo de los portafolios durante la pandemia

Portafolio	Riesgo	Rendimiento
Portafolio 1	15.092%	1.512%
Portafolio 2	8.006%	1.923%
Portafolio 3	8.164%	2.333%
Portafolio 4	8.635%	2.744%
Portafolio 5	9.221%	3.155%
Portafolio 6	9.897%	3.566%
Portafolio 7	10.646%	3.977%
Portafolio 8	11.454%	4.387%
Portafolio 9	12.334%	4.798%
Portafolio 10	13.284%	5.209%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

En resumen

El portafolio 6 puede considerarse el más conveniente durante la pandemia, ya que representa un equilibrio adecuado entre riesgo y rendimiento, con una combinación destacada de Broadcom Inc, First Solar Inc y una participación creciente de Axcelis Technologies, Inc. Este portafolio logra ubicarse en la zona intermedia-alta de la frontera eficiente, lo cual sugiere que:

- No asume un riesgo excesivo.
- Logra un rendimiento esperado competitivo.
- Maximiza la diversificación efectiva sin sacrificar rentabilidad.

Este resultado es consistente con los principios del modelo de Markowitz, que prioriza la eficiencia del portafolio en términos de retorno por unidad de riesgo.

5.3. Resultados después de la pandemia (junio 2023 – marzo 2025)

Después de la pandemia, el escenario financiero comenzó una recuperación gradual, aunque heterogénea entre sectores, este nuevo contexto brindó una oportunidad para analizar la efectividad de los portafolios diversificados, adaptados a un entorno post-crisis, donde los patrones de correlación entre activos cambiaron y las decisiones de inversión requerían un enfoque más estratégico y adaptativo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos después la pandemia por Covid-19, mediante el análisis de los datos a través de herramientas estadísticas del programa Excel mostrados en la tabla 13, en la cual se determinaron el rendimiento mensual esperado, la varianza mensual, la desviación estándar la cual mide el riesgo y el coeficiente de variación para cada una de las diez empresas seleccionadas del sector “Tecnología de la información”. El análisis detallado de

estos indicadores estadísticos permite evaluar tanto la rentabilidad como el riesgo financiero asociado a cada activo, proporcionando una visión integral del comportamiento de las empresas después de la crisis sanitaria.

- Advantest Corporation presenta un rendimiento mensual esperado de 2.374%, la varianza mensual de 0.021238123 y la desviación estándar de 14.573% reflejan su volatilidad. Su coeficiente de variación (CV) de 6.138 indica una relación riesgo-rendimiento.
- Tokyo Electron Limited presenta un rendimiento mensual esperado de 0.427%, con una varianza de 0.01408695 y desviación estándar de 11.869%. El coeficiente de variación de 27.822.
- Axcelis Technologies, Inc muestra un rendimiento mensual esperado de (-5.418%) y acompañado de una desviación estándar de 11.054% y un coeficiente de variación de (-2.040).
- Analog Devices, Inc presenta un rendimiento esperado de 0.421%, pero también un nivel de riesgo, con desviación estándar de 7.268%. No obstante, el coeficiente de variación de 17.252.
- Applied Materials, Inc alcanza un rendimiento esperado de 0.418% con una desviación estándar de 9.072%. Su coeficiente de variación de 21.718.
- Ambarella, Inc exhibe un rendimiento mensual esperado de -1.256%, especialmente considerando su desviación estándar de 15.299%. Su coeficiente de variación de -12.177.
- Advanced Micro Devices Inc se posiciona como la empresa más rentable, con un rendimiento mensual esperado de 0.077%. Su volatilidad (desviación estándar) de 10.876%, su coeficiente de variación de 140.918.

- Alpha and Omega Semiconductor Limited, con un rendimiento mensual esperado negativo de -0.166% y una desviación estándar de 15.559%. El coeficiente de variación de -93.842.

- Broadcom Inc ofrece un rendimiento mensual de 3.856%, con el nivel de riesgo (desviación estándar) de 12.356%. Aunque su coeficiente de variación fue de 3.204.

- First Solar Inc presenta un rendimiento esperado de -0.761% y una desviación estándar de 16.156%, lo que resulta en un coeficiente de variación de -21.236.

Empresas destacadas y riesgosas

En términos de eficiencia riesgo-rendimiento, destacan tres empresas:

1. Broadcom Inc, con el mayor rendimiento esperado (3.856%) y el mejor coeficiente de variación (3.204), se posiciona como la opción más eficiente del grupo.
2. Advantest Corporation presenta un buen equilibrio entre rendimiento (2.374%) y riesgo, con un coeficiente de variación de 6.138.
3. Analog Devices, Inc, aunque con menor rendimiento, su coeficiente de variación de 17.252 mantiene una relación.

Por el contrario, se identificaron tres empresas con desempeño relativamente desfavorable:

1. Axcelis Technologies, Inc, con rendimiento negativo y alto riesgo, con un coeficiente de variación de -2.040, lo que sugiere su exclusión en cualquier estrategia de inversión racional.
2. Ambarella, Inc, riesgo elevado con una rentabilidad baja (CV = -12.177), la convierte en una opción poco atractiva.

3. Advanced Micro Devices Inc, con su coeficiente de variación de 140.918 revela una baja eficiencia frente al nivel de riesgo asumido.

Coeficiente de correlación

Posteriormente se obtuvo con la herramienta de Excel el coeficiente de correlación (tabla 14), la cual refleja la intensidad y dirección de la relación lineal entre los rendimientos mensuales de las diez empresas seleccionadas del sector tecnología de la información en el periodo previo después de la pandemia por Covid-19. Se observa una alta correlación positiva entre varias de las empresas analizadas, con coeficientes que en algunos casos superan el 0.6 e incluso alcanzan un valor de 0.86, como ocurre entre Tokyo Electron y Applied Materials. Esto indica que los rendimientos de estas compañías tienden a moverse en la misma dirección, reflejando una fuerte conexión dentro del sector.

Sin embargo, algunas empresas presentan correlaciones significativamente más bajas, como es el caso de First Solar Inc y Broadcom Inc, cuyas relaciones con el resto de las empresas están por debajo de 0.1 en algunos casos, lo que sugiere un comportamiento más independiente. Esta alta interdependencia entre la mayoría de los activos puede implicar una menor diversificación dentro del portafolio, por lo que resulta relevante identificar aquellos activos con menor correlación para mejorar la eficiencia en la gestión del riesgo.

Tabla 15.*Tabla de datos después de la pandemia*

Datos	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Rendimiento mensual esperado	2.374%	0.427%	-5.418%	0.421%	0.418%	-1.256%	0.077%	-0.166%	3.856%	-0.761%
Varianza mensual	0.0212	0.0140	0.0122	0.0052	0.0082	0.0234	0.0118	0.0242	0.0152	0.0261
Desviación estándar	14.573%	11.869%	11.054%	7.268%	9.072%	15.299%	10.876%	15.559%	12.356%	16.156%
Coefficiente de variación	6.138	27.822	-2.040	17.252	21.718	-12.177	140.918	-93.842	3.204	-21.236

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 16.*Coefficiente de correlación después de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	1.0000	0.4618	0.3095	0.4356	0.4390	0.4424	0.4608	0.1739	0.4374	0.0111
Tokyo Electron Limited	0.4618	1.0000	0.2789	0.2393	0.8670	0.3734	0.6489	0.0920	0.3155	0.2297
Axcelis Technologies, Inc.	0.3095	0.2789	1.0000	0.2775	0.5425	0.1502	0.2931	0.6336	0.4324	0.3351
Analog Devices, Inc.	0.4356	0.2393	0.2775	1.0000	0.3552	0.6302	0.3548	0.3686	0.1505	0.6410
Applied Materials, Inc.	0.4390	0.8670	0.5425	0.3552	1.0000	0.4037	0.6601	0.2711	0.3355	0.4527
Ambarella, Inc.	0.4424	0.3734	0.1502	0.6302	0.4037	1.0000	0.3987	0.4845	0.2107	0.6190
Advanced Micro Devices Inc.	0.4608	0.6489	0.2931	0.3548	0.6601	0.3987	1.0000	0.1089	0.2013	0.4113
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.1739	0.0920	0.6336	0.3686	0.2711	0.4845	0.1089	1.0000	0.1806	0.4851
Broadcom Inc.	0.4374	0.3155	0.4324	0.1505	0.3355	0.2107	0.2013	0.1806	1.0000	0.0357
First Solar Inc.	0.0111	0.2297	0.3351	0.6410	0.4527	0.6190	0.4113	0.4851	0.0357	1.0000

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Continuando con los resultados para poder obtener los portafolios y los rendimientos se utilizaron datos de la tabla número 13, por otra parte, se obtuvieron los datos de la tabla 15 la covarianza, tabla 16 matriz de Markowitz, las cuales sirvieron para determinar rendimiento, riesgo y desempeño, posteriormente se corrió con Solver y se obtuvieron los resultados de la tabla 17 porcentajes de los portafolios y tabla 18 riesgo y rendimiento de los portafolios, interpretándose de la siguiente manera:

En el presente apartado se analizan los portafolios generados con base en la metodología de optimización propuesta por Markowitz, aplicando la herramienta Solver de Excel y considerando información financiera del periodo comprendido entre 2023 y hasta marzo 2025, es decir, después del impacto global de la pandemia del COVID-19.

El primer portafolio tenemos la única participación de Ambarella, Inc con 1%, así como también Axcelis Technologies, Inc con 99%, lo que representa una estrategia de inversión no diversificada. Esta cartera mostró riesgo de 10.946% y un rendimiento esperado de -5.366%.

En el segundo portafolio se incorpora Alpha and Omega Semiconductor Limited con un 20.24% de participación, dejando el 79.76% restante en Axcelis Technologies, Inc con un riesgo de 11.083% y rendimiento de -4.355%.

A partir del tercer portafolio la combinación de Alpha and Omega Semiconductor Limited (39.48%) y Axcelis Technologies, inc. (60.52%) se mantienen con un riesgo al 11.600% y logra un rendimiento de -3.345%.

El cuarto portafolio mantiene esta tendencia favorable, Alpha and Omega Semiconductor Limited (58.72%) y Axcelis Technologies, inc. (41.28%). El riesgo en 12.535% y el rendimiento en -2.334%.

El portafolio cinco, relación riesgo-rendimiento (-1.323% con 13.803% de riesgo), manteniendo a Alpha and Omega Semiconductor Limited (77.96%) y Axcelis Technologies, Inc (22.04%).

En el sexto, el riesgo en 15.321% y el rendimiento se sitúa en -0.313%, con participaciones en empresas como Alpha and Omega Semiconductor Limited (97.21%) y Axcelis Technologies, Inc (2.79%).

En el portafolio siete, el rendimiento en 0.698%, con un riesgo de 6.286%. La diversificación se extiende a cinco empresas, Axcelis Technologies, Inc (3.52%), Applied Materials, Inc (18.41%), Analog Devices, Inc. (58.71%), Advanced Micro Devices Inc (4.81%) y Broadcom Inc. (14.54%).

El octavo portafolio ofrece un rendimiento de 1.709%, con un riesgo de 6.888%. Con la participación de tres empresas Broadcom (37.49%), Applied Materials, Inc (10.54%) y Analog Devices, Inc (51.96%).

En el noveno portafolio se alcanza un rendimiento del 2.719%, pero con un riesgo a 8.944%. La cartera está compuesta por tres empresas, incluyendo a Advantest Corporation (2.75%), Broadcom Inc (65.34%) y Analog Devices, Inc (31.91%).

Finalmente, el décimo portafolio, con el rendimiento más alto (3.730%) y un riesgo de 11.899%, disminuye a solo dos empresas en la cartera las cuales son Advantest Corporation (8.50%) y Broadcom Inc (91.50%).

Recomendación del portafolio óptimo (periodo 2023–2025)

Considerando el entorno económico del periodo 2023 - 2025, el portafolio número 8 destaca como la alternativa más eficiente al ofrecer un rendimiento esperado de 1.709% con un nivel de riesgo observado de 6.888%. Su diversificación bien

balanceada habría permitido enfrentar posibles fluctuaciones del mercado sin comprometer el retorno esperado.

No obstante, para inversionistas con mayor tolerancia al riesgo, el portafolio número 10 representa una opción altamente atractiva, al ofrecer un rendimiento considerablemente mayor (3.730%) con un nivel de riesgo alto (11.899%).

Tabla 17.*Covarianza después de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	0.0212	0.0079	0.0049	0.0046	0.0058	0.0098	0.0073	0.0039	0.0078	0.0002
Tokyo Electron Limited	0.0079	0.0140	0.0036	0.0020	0.0093	0.0067	0.0083	0.0017	0.0046	0.0044
Axcelis Technologies, Inc.	0.0049	0.0036	0.0122	0.0022	0.0054	0.0025	0.0035	0.0108	0.0059	0.0059
Analog Devices, Inc.	0.0046	0.0020	0.0022	0.0052	0.0023	0.0070	0.0028	0.0041	0.0013	0.0075
Applied Materials, Inc.	0.0058	0.0093	0.0054	0.0023	0.0082	0.0056	0.0065	0.0038	0.0037	0.0066
Ambarella, Inc.	0.0098	0.0067	0.0025	0.0070	0.0056	0.0234	0.0066	0.0115	0.0039	0.0153
Advanced Micro Devices Inc.	0.0073	0.0083	0.0035	0.0028	0.0065	0.0066	0.0118	0.0018	0.0027	0.0072
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0039	0.0017	0.0108	0.0041	0.0038	0.0115	0.0018	0.0242	0.0034	0.0121
Broadcom Inc.	0.0078	0.0046	0.0059	0.0013	0.0037	0.0039	0.0027	0.0034	0.0152	0.0007
First Solar Inc.	0.0002	0.0044	0.0059	0.0075	0.0066	0.01530	0.0072	0.0121	0.0007	0.02610

Nota: Elaboración propia con datos de Investing

Tabla 18.*Matriz de Markowitz después de la pandemia*

	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconduct or Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
Advantest Corporation	1.6078	0.0000	0.0000	4.05	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Tokyo Electron Limited	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Axcelis Technologies, Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Analog Devices, Inc.	4.051	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Applied Materials, Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ambarella, Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Advanced Micro Devices Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Alpha And Omega Semiconductor Limited	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Broadcom Inc.	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0065	0.0000
First Solar Inc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Tabla 19.*Porcentajes de portafolios después de la pandemia*

Portafolio	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.	Total
1	0%	0%	99%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	100.00%
2	0.00%	0.00%	79.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.24%	0.00%	0.00%	100.00%
3	0.00%	0.00%	60.52%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	39.48%	0.00%	0.00%	100.00%
4	0.00%	0.00%	41.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	58.72%	0.00%	0.00%	100.00%
5	0.00%	0.00%	22.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	77.96%	0.00%	0.00%	100.00%
6	0.00%	0.00%	2.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	97.21%	0.00%	0.00%	100.00%
7	0.00%	0.00%	3.52%	58.71%	18.41%	0.00%	4.81%	0.00%	14.54%	0.00%	100.00%
8	0.00%	0.00%	0.00%	51.96%	10.54%	0.00%	0.00%	0.00%	37.49%	0.00%	100.00%
9	2.75%	0.00%	0.00%	31.91%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	65.34%	0.00%	100.00%
10	8.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	91.50%	0.00%	100.00%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

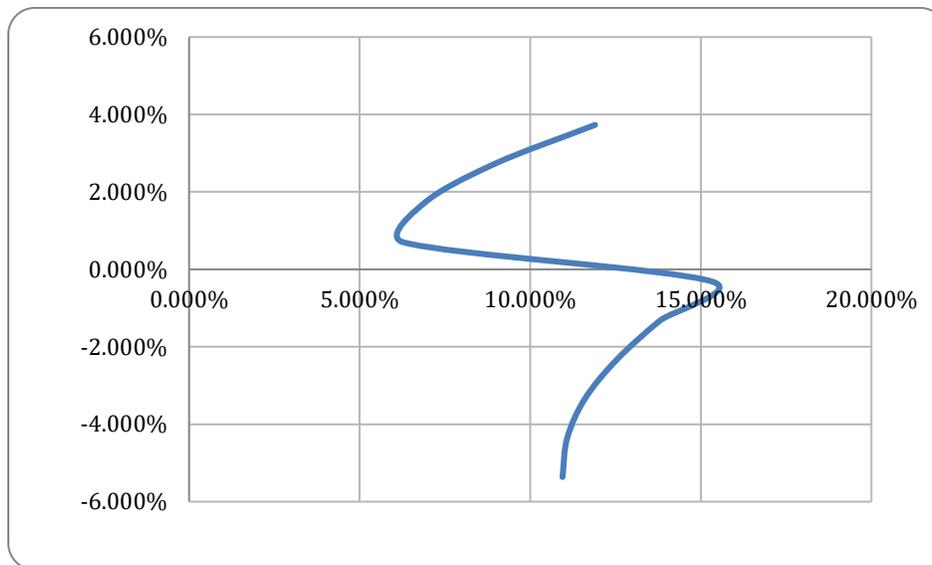
La aplicación del modelo de Markowitz a un conjunto de diez empresas del sector tecnológico que cotizan en bolsas internacionales permitió construir una frontera eficiente de inversión, la cual fue graficada para representar visualmente la relación entre riesgo y rendimiento esperados de los portafolios optimizados.

Análisis de la frontera eficiente

En la figura 6 se presenta la frontera eficiente obtenida. El eje horizontal representa el riesgo medido por la desviación estándar del portafolio, mientras que el eje vertical muestra el rendimiento esperado. Esta curva muestra el conjunto de portafolios eficientes, es decir, aquellos que ofrecen el máximo rendimiento posible para un nivel dado de riesgo, o el mínimo riesgo posible para un nivel dado de rendimiento.

Figura 6.

Frontera de Markowitz, periodo después de la pandemia



Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

Se observa una curva creciente cóncava, típica de este modelo, en la que los portafolios más diversificados y eficientemente ponderados se ubican en la parte superior izquierda

de la frontera, combinando altos rendimientos con riesgos relativamente bajos. Por el contrario, los portafolios dominados por un solo activo presentan rendimientos inferiores con mayores niveles de riesgo, ubicándose más abajo en la gráfica.

Implicaciones para inversionistas

El análisis muestra que es posible construir portafolios que maximizan rendimientos sin incurrir en niveles de riesgo extremos. La frontera eficiente sirve como guía para seleccionar combinaciones de activos que se ajusten a distintos perfiles de riesgo, desde los más conservadores hasta los más agresivos. Los resultados sugieren que, para el sector tecnológico, una adecuada selección y ponderación de activos permite obtener retornos superiores con un nivel de riesgo controlado, validando así la utilidad práctica del modelo de Markowitz en escenarios reales de inversión.

Tabla 20.

Rendimiento y riesgo de los portafolios después de la pandemia

Portafolio	Riesgo	Rendimiento
Portafolio 1	10.946%	-5.366%
Portafolio 2	11.083%	-4.355%
Portafolio 3	11.600%	-3.345%
Portafolio 4	12.535%	-2.334%
Portafolio 5	13.803%	-1.323%
Portafolio 6	15.321%	-0.313%
Portafolio 7	6.286%	0.698%
Portafolio 8	6.888%	1.709%
Portafolio 9	8.944%	2.719%
Portafolio 10	11.899%	3.730%

Nota: Elaboración propia con datos de Investing.

En resumen

El portafolio 8 puede considerarse el más conveniente después de la pandemia, ya que representa un equilibrio adecuado entre riesgo y rendimiento, con una combinación destacada de Broadcom Inc, y una participación creciente de Analog Devices. Este portafolio logra ubicarse en la zona intermedia-alta de la frontera eficiente, lo cual sugiere que:

- No asume un riesgo excesivo.
- Logra un rendimiento esperado competitivo.
- Maximiza la diversificación efectiva sin sacrificar rentabilidad.

Este resultado es consistente con los principios del modelo de Markowitz, que prioriza la eficiencia del portafolio en términos de retorno por unidad de riesgo.

CONCLUSIONES

El objetivo general de esta tesis fue evaluar la eficacia del Modelo de Markowitz para construir portafolios diversificados con acciones del subsector “Semiconductores y equipo relacionado” que cotizan en la BMV (y mercados vinculados), antes, durante y después de la pandemia de Covid-19, con la intención de maximizar los rendimientos ajustados por riesgo y reducir la volatilidad.

Los resultados empíricos confirman que el enfoque de Markowitz sí mejora la relación riesgo–rendimiento cuando se usa de forma disciplinada (estimando rendimientos, varianzas y covarianzas, y optimizando pesos). En las tres etapas analizadas, los portafolios ubicados en la frontera eficiente superaron a las combinaciones concentradas en pocos títulos. Así que el objetivo se cumple. En semiconductores, aplicar Markowitz permitió subir el rendimiento por unidad de riesgo y reducir la volatilidad frente a alternativas no diversificadas, en contextos de estabilidad, crisis y recuperación.

Respecto a la hipótesis, “La aplicación del Modelo de Markowitz en portafolios sectoriales (semiconductores y equipo relacionado) maximiza los rendimientos ajustados por riesgo y minimiza la volatilidad frente a carteras no diversificadas, antes, durante y después de la pandemia”. La hipótesis se acepta. Los portafolios eficientes dominaron a las carteras concentradas. Incluso cuando algunas emisoras tuvieron rendimientos esperados altos o “de moda”, no siempre compensaron el incremento de riesgo que implicaba concentrarse en ellas. En cambio, las combinaciones de 4–6 emisoras con correlaciones no perfectas (por ejemplo, pesos importantes en Broadcom, Analog Devices, First Solar o Tokyo Electron en distintos momentos) lograron suavizar la volatilidad y mantener rendimientos competitivos.

Un patrón clave que se repite en las tres etapas es que los mejores puntos están en la zona media-alta de la frontera eficiente: no son los portafolios “extremos” de máximo

retorno, sino aquellos donde cada unidad adicional de riesgo todavía se paga bien en rendimiento esperado.

En cuanto a los aportes de la tesis, se tiene evidencia concreta en un ramo de alta tecnología en México, es decir, la tesis aporta evidencia empírica para un subsector muy cíclico (semiconductores) en el contexto de la BMV/mercados relacionados, mostrando que sí hay ganancia de diversificación aun dentro del mismo ramo cuando la selección y ponderación se guían por varianzas-covarianzas. Se documenta un proceso paso a paso (estimación de rendimientos, varianzas, covarianzas; armado de fronteras; optimización con Solver) que cualquier equipo puede replicar en Excel u otras plataformas. Esto facilita pasar de la teoría a la implementación práctica en casas de bolsa, fondos o mesas patrimoniales. Los resultados se traducen en decisiones accionables: cómo elegir pesos, cuándo moverlos, cómo comparar carteras y cómo conversar con clientes/usuarios sobre eficiencia sin necesidad de fórmulas complejas.

Como conclusión final, esta tesis demuestra, con datos de tres momentos de mercado muy distintos, que la diversificación con el Modelo de Markowitz funciona en el subsector “Semiconductores y equipo relacionado”: mejora el rendimiento por unidad de riesgo y reduce la volatilidad comparado con carteras concentradas. En prepandemia (Portafolio 6), pandemia (Portafolio 6) y pospandemia (Portafolio 8), la zona media-alta de la frontera ofreció el mejor intercambio entre retorno y riesgo.

Aceptar la hipótesis no significa que todo esté “resuelto para siempre”, sino que —bien aplicado— el modelo sirve como brújula para decidir con criterio, medir lo que importa y rebalancear cuando el entorno cambia. En un sector veloz y cíclico como semiconductores, estas ideas ayudan a tomar mejores decisiones, profesionalizar la gestión y prepararse para los siguientes ciclos tecnológicos y de mercado.

REFERENCIAS

- Abilia. (2022). *Desarrollos inmobiliarios y mejora urbana*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.abilia.mx/desarroll/>
- Academia Lab. (2024). Obtenido de Matriz de Varianza. Recuperado de <https://academia-lab.com/enciclopedia/matriz-de-covarianza/>
- Ackermann, T., Andersson, G., & Söder, L. (2001). *Distributed Generation: A Definition*. *Electric Power Systems Research*, 57(3), 195–204. [https://doi.org/10.1016/S0378-7796\(01\)00101-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7796(01)00101-8)
- ADICAE (2023) *Diccionario financiero para que no te tomen el pelo*. ADICAE, Asociación de Usuarios de Bancos, Cajas y Seguros. Recuperado de https://intranet.adicae.net/img-news/uploader1/ADICAE_DICCIONARIO_FINANCIERO_64.pdf
- Agrawal, G., & Dutta, S. (2015). *Next Generation Networks and Services*. Wiley.
- Amihud, Y., & Mendelson, H. (1986). Asset pricing and the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics*, 17(2), 223–249. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(86\)90065-6](https://doi.org/10.1016/0304-405X(86)90065-6)
- Anderson, E. (2019). *Multiline Sales Strategies for B2B Growth*. Harvard Business Review.
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977–1984. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>
- Andress, J. (2019). *The Basics of Cyber Security* (2^a ed.). Syngress.
- Andreu, L. (16 de marzo de 2024) Escuela de Administración Sloan, Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) Recuperado de <https://cepr.org/voxeu/columns/harry-markowitz-and-foundations-modern-finance>
- Anuwoje-Logubayom, T.A. (22 de 05 de 2025). *Scientific Research An Academic Publisher*. Obtenido de Journal of Financial Risk Management. Recuperado de <https://www.scirp.org/journal/jfrm>

- Araya-Canelo, I. (20 de mayo de 2023). Docencia e investigación en Finanzas Corporativas. Recuperado de <https://ivanaraya.cl/2023/05/20/historia-de-la-teoria-de-portafolio-un-viaje-a-traves-del-tiempo/>
- Arrieta, D. (2023). La importancia de diversificar la cartera de inversión. *El economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/opinion/La-importancia-de-diversificar-la-cartera-de-inversion-20231102-0052.html#:~:text=Hablando%20de%20diferentes%20geograf%C3%ADas%2C%20estos,la%20tecnolog%C3%ADa%20o%20la%20energ%C3%ADa.>
- Ashby M. y Johnson K. (2014). *Materiales y diseño. El arte y la ciencia de la selección de materiales en el diseño de productos*. <https://www.sciencedirect.com/book/9780080982052/materials-and-design>
- Ashby, M. F., & Jones, D. R. H. (2012). *Engineering materials 1: An introduction to properties, applications and design* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Bagdikian, B. H. (2004). *The New Media Monopoly*. Beacon Press.
- Baig, A., Butt, H. A., Haroon, O., & Rizvi, S. A. R. (2020). Deaths, panic, lockdowns and US equity markets: The case of COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 38, 101701. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101701>
- Baig, T., Basurto, G., Gelos, G., Goswami, M., & Manning, J. (2020). *Cross-sector contagion in financial markets during COVID-19*. IMF Working Paper. <https://doi.org/10.5089/9781513549045.001>
- Bain & Company. (2021). *Luxury Goods Worldwide Market Study, Fall–Winter 2021*. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.bain.com/insights/from-surg-ing-recovery-to-elegant-advance-the-evolving-future-of-luxury/>
- Baldé, C. P., et al. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, flows, and resources*. United Nations University.
- Baldwin, R. E., & Evenett, S. J. (2021). *Value Chains in the Post-COVID-19 World*. CEPR Press.
- Banamex (2025). Inversiones seguras y de alto riesgo: descubre cómo balancear tu portafolio Recuperado de <https://www.banamex.com/sitios/blog/ahorro-e-inversiones/inversiones-seguras-vs-de-alto-riesgo-descubre-como-balancear-tu-portafolio.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20portafolio%20de,%20acciones%20monedas%20etc.>
- Banco Azteca S.A., Institución de Banca Múltiple. (1 de enero de 2025). *Rendimiento financiero*. Recuperado de <https://www.bancoazteca.com.mx/educacion-financiera/tus-finanzas/finanzas-personales/inversion/rendimiento-financiero.html>

- Banco de México (2025). *Normas de Información Financiera del Banco México*. [Archivo PDF]. Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/marco-normativo/d/%7BF85A3A89-242B-A278-65B2-B3FF9A19C3A3%7D.pdf>
- Banco de Pagos Internacionales (BPI). (2021). *Annual Economic Report*. Basel: BIS.
- Banco Mundial. (2020). *Global Financial Inclusion Database*. Washington, DC: World Bank Group.
- Banco Mundial. (2020). *World Development Report: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. Washington, DC: World Bank.
- Banco Mundial. (2021). *Global Housing Watch: Trends in House Prices*. Washington, DC: World Bank Group.
- Banco Mundial. (2022). *Informe sobre informalidad y evasión fiscal*. Banco Mundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/889371468313790669/pdf/400080PUB0SPAN101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf>
- Banco Mundial. (2022). *La economía informal en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.bancomundial.org/es/region/lac/overview#:~:text=El%20Banco%20Mundial%20impulsa%20un,que%20ofrecen%20las%20industrias%20verdes>.
- Banco Santander (31 de julio de 2020). ¿Qué es la diversificación de riesgos financieros? Recuperado de <https://www.bancosantander.es/blog/ahorro-inversion/diversificacion-riesgos-financieros>
- Banxico (2020 Junio) Los impactos económicos de la pandemia en México. Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/articulos-y-otras-publicaciones/%7BD442A596-6F43-D1B5-6686-64A2CF2F371B%7D.pdf>
- BBVA. (2022). *El petróleo: ¿por qué es tan importante para la economía mundial?*. Recuperado el 5 de junio de 2025 de https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2022/02/Alejandro_Reyes_El_petroleo_un_mal_necesario_por_ahora_EIPais_WB.pdf
- Benninga, S. (2014). *Financial Modeling* (4th ed.). MIT Press.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. Springer.
- BMV (2015). Clasificación sectorial de la Bolsa Mexicana de Valores. Bolsa Mexicana de Valores. <https://www.bmv.com.mx/es/mercados/clasificacion>

- BMV. (2021). *Informe Anual de Emisoras*. Bolsa Mexicana de Valores. México.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2021). *Investments* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Bolsa de Valores (01 de junio de 2025). *Sectores de la Bolsa Mexicana de Valores*. Recuperado el 2 de junio de 2025 de <https://www.emebursatil.com/que-sectores-posee-la-bmv.html>
- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). Newnes.
- Borio, C. (2020). *The Covid-19 economic crisis: dangerously unique*. Bank for International Settlements.
- Brodowicz M. (28 de octubre de 2024). La importancia de la comercialización y estrategias de marketing en el éxito de las empresas. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://aithor.com/essay-examples/la-importancia-de-la-comercializacion-y-estrategias-de-marketing-en-el-exito-de-las-empresas>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton.
- Bulow, J. (1986). An Economic Theory of Planned Obsolescence. *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4), 729–749. <https://doi.org/10.2307/1884176>
- Calle, J. (17 de enero de 2025). *Riesgos financieros: qué son y cuáles son sus tipos*. pirani. Recuperado de <https://www.piranirisk.com/es/blog/que-son-y-cuales-son-tipos-de-riesgos-financieros>
- Caporin, M., & Poli, F. (2022). News and intraday jumps: Evidence from regularization and class imbalance. *The North American Journal of Economics and Finance*, 62, 101743. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101743>
- Carlos Andres Zapata Quimbayo, R. A. (27 de 02 de 2024). *Contaduría y Administración Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de Paridad de riesgo y diversificación en portafolios de inversión. Recuperado de <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/5238>
- Cervero, R. (2013). *Transport Infrastructure and the Environment*. *Journal of Transport Geography*, 29, 1–3.
- Chapman, S. J. (2011). *Electric Machinery Fundamentals* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education.

- Clean Clothes Campaign. (2022). *Facts on the global garment industry*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://cleanclothes.org/news/2022>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). (2020). *Reporte de Supervisión del Sector Financiero No Bancario*. Ciudad de México: CNBV.
- Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR). (2023). *Informe Anual sobre el Desempeño de las Siefors*. Ciudad de México: CONSAR.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Darbre, P. D. (2018). *Efectos de compuestos químicos en productos de cuidado personal*. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Guías de higiene y salud dermatológica y bucal*. OMS.
- Darbre, P. D. (2018). Endocrine disruptors and obesity: A review of current literature. *Current Obesity Reports*, 7(4), 493–507. <https://doi.org/10.1007/s13679-018-0323-8>
- Deaton, A., & Muellbauer, J. (1980). *Economics and Consumer Behavior*. Cambridge University Press.
- De la Garza, B. (20 de mayo de 2025). *Bolsa Mexicana de Valores (BMV): requisitos, emisoras, índices y cómo invertir*. Recuperado el 2 de junio de 2025 de <https://www.rankia.mx/blog/como-comenzar-invertir-bolsa/3520196-bolsa-mexicana-valores-bmv-requisitos-emisoras-indices-como-invertir>
- DispatchTrack (2025). La importancia de la logística en el mundo de hoy. Logística, Innovaciones logísticas. <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica>
- Domínguez, E., Ardila, F., & Bustamante, S. (03 de 12 de 2010). *Redalyc*. Obtenido de System-Solver: una herramienta de código abierto para la modelación de sistemas dinámicos. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64316140015>
- El Economista. (2021, 1 marzo). Cronología de la pandemia en México. El Economista. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/politica/Cronologia-de-la-pandemia-en-Mexico-20210301-0045.htm>
- El Faro. (2023). *Impacto ambiental de la minería en América Latina*. Recuperado el 3 de junio de 2025 de <https://elfaro.net/es/202303/columnas/26787/el-regreso-de-la-mineria-metalica-no-ofrece-futuro-para-el-salvador>

- El País (12 de junio de 2025). *España y la inversión del 2% del PIB en defensa*. <https://elpais.com/economia/2025-06-13/el-gobierno-ha-autorizado-cambios-presupuestarios-para-subir-en-7000-millones-el-gasto-en-defensa-este-ano.html>
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2014). *Modern portfolio theory and investment analysis* (9th ed.). Wiley
- ENISA. (2022). *ENISA Threat Landscape Report 2022*. European Union Agency for Cybersecurity.
- Fedossova, Alina, Sierra, Jose J., & Britto, Rodrigo A.. (2022). Problema de selección de cartera utilizando optimización semi-infinita. *Información tecnológica*, 33(3), 169-178. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000300169>
file:///C:/Users/Administrador/Desktop/INVESTIGACION%20CBLC/2025/tesis%20cca/ESTRELLA/ClasificacionSectorial_Espanol_2015.pdf
- Financial EDGE. (4 de diciembre de 2024). *Covarianza*. Recuperado de <https://www.fe.training/free-resources/portfolio-management/covariance/>
- Finhabits, (15 de diciembre de 2022). Cómo construir un portafolio de inversión. Recuperado de <https://www.finhabits.com/es/como-construir-un-portafolio-de-inversion/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20portafolio%20de,los%20alternativos%20como%20las%20criptomonedas>
- Flores, A., Martínez, L., & Ramírez, J. (2019). Mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas. *Revista de Ingeniería Eléctrica*, 15(2), 45–58.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2019). *Consumer Finance and Protection Trends*. Washington, DC: IMF.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2019). *Global Financial Stability Report: Lower for Longer*. Washington, DC: IMF.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2019). *Non-bank Financial Intermediation*. Washington, DC: IMF.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2020). *Financial Stability Report*. Washington, DC: IMF.
- Forbes Staff. (18 de febrero de 2022). Qué es un portafolio de inversión y cómo armar uno. Forbes. Recuperado de <https://forbes.com.mx/que-es-un-portafolio-de-inversion-y-como-armar-uno/>

- Francischetti, Carlos Eduardo; Bertassi, André L; Souza Girioli Camargo, Lumila; Padoveze, Clóvis L; Calil, José Francisco. (2014). *El análisis de riesgos como herramienta para la toma de decisiones relativas a inversiones*. [Archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/877/87732404006.pdf>
- Franco-Arbeláez, L. C., Avendaño-Rúa, C. T., & Barbutín-Díaz, H. (26 de 07 de 2011). *Redalyc*. Obtenido de Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión. Recuperado de [redalyc.org/pdf/3442/344234325005.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234325005.pdf)
- Funds Society, M. (19 de 03 de 2025). *Funds Society*. Obtenido de ¿Cómo construir un portafolio sólido y resiliente en 2025?: SURA Investments ofrece una guía. Recuperado de <https://www.fundssociety.com/es/noticias/educacion-financiera/como-construir-un-portafolio-solido-y-resiliente-en-2025-sura-investments-ofrece-una-guia/>
- Ganie, I. R., Wani, T. A., & Yadav, M. P. (2022). Impact of COVID-19 Outbreak on the Stock Market: An Evidence from Select Economies. *Business Perspectives and Research*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/22785337211073635>
- Garafulich, I. (31 de agosto de 2023). *Qué mide la Covarianza en un Portafolio de Inversiones Inmobiliarias*. Recuperado de <https://blog.popestate.com/que-mide-la-covarianza-en-un-portafolio-de-inversiones>
- García, J., & Pérez, A. (2019). *Estado de la infraestructura vial en América Latina. Informe BID*.
- García, X. I. (08 de 10 de 2023). *scribd*. Obtenido de Matriz de Varianza y Covarianza. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/686587535/MATRIZ-DE-VARIANZA-Y-COVARIANZA#:~:text=Varianza%20y%20Covarianza-,La%20matriz%20de%20varianzas%20covarianzas%20es%20una%20matriz%20cuadrada%20que,lineal%20de%20m%C3%ADnimos%20cuadrados%20ordinarios>
- Gartner. (2021). *Hype Cycle for Networking and Communications*. Gartner Research.
- Geeksforgeeks (21 de abril de 2025). C Investment Portfolio: Components, Types, Risks & Advantages. Recuperado de <https://www.geeksforgeeks.org/finance/investment-portfolio-components-types-risks-advantages/>
- Get Smarter About Money. (24 de enero de 2025). Qué significa la diversificación para sus inversiones. Recuperado de <https://www.getsmarteraboutmoney.ca/learning-path/understanding-risk/diversification/>

- Gobierno de México. (2024). *Política Nacional de Vivienda*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-vivienda-2021-2024#:~:text=La%20nueva%20pol%C3%ADtica%20de%20vivienda,Nacional%20de%20Desarrollo%202021%2D2024.>
- González, J. (12 de noviembre de 2018). *Covarianza financiera*. Recuperado de <https://www.estrategiasdeinversion.com/herramientas/diccionario/analisis-tecnico/covarianza-financiera-t-114>
- González, J. A. (02 de 26 de 2025). *Estrategias de inversión*. Obtenido de Estrategias de inversión. Recuperado de <https://www.estrategiasdeinversion.com>
- Groover, M. P. (2014). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4th ed.). Pearson.
- Grupo Mediatec. (2023). *Cancelación de compra de misiles por parte de España*. Recuperado el 7 de junio de 2025 de <https://grupo-mediatec.com/>
- Gudmundsson, S. V., Cattaneo, M., & Redondi, R. (2020). COVID-19 impacts on airline networks: Insights from complexity science. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101918. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101918>
- Hagargi V. (06 de mayo de 2025) Modern Portfolio Theory. Desventajas del modelo Markowitz. Recuperado de <https://aliceblueonline.com/modern-portfolio-theory/#:~:text=Advantages%20include%20diversification%20to%20reduce,historical%20data%20for%20future%20predictions>
- Hale, T., Angrist, N., Goldszmidt, R., Kira, B., Petherick, A., Phillips, T., & Webster, S. (2021). A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker). *Nature Human Behaviour*, 5(4), 529–538. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8>
- Hale, T., Petherick, A., Phillips, T., & Webster, S. (2021). *Pandemic response and stock market performance: Evidence from international sectoral data*. Oxford COVID-19 Government Response Tracker.
- Hernández, A. (06 de julio de 2022). ¿Qué es y cómo funciona el modelo de Markowitz? Recuperado de <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3479118-que-como-funciona-modelo-markowitz-teoria-cartera-frontera-eficiente>
- Hernández, A. (2022). *Diseño y sostenibilidad de empaques en la cadena logística*. Editorial Logística Verde.

- Hernández, L. Á. (06 de 07 de 2022). *Rankia España*. Obtenido de Teoría de la cartera y frontera eficiente. Recuperado de <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3479118-que-como-funciona-modelo-markowitz-teoria-cartera-frontera-eficiente>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hidalgo, M. D. V. C. (s. f.). El antes, durante y después de la economía mexicana en 2020. Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://conecta.tec.mx/es/noticias/hidalgo/educacion/el-antes-durante-y-despues-de-la-economia-mexicana-en-2020>
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T. P., Laing, T., & Drexhage, J. (2020). *Minerales para la acción climática: La intensidad de los minerales en la transición hacia las energías limpias (inglés)*. Washington, D. C.: Grupo del Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099052423172525564>
- Imagina. (02 de 01 de 2025). Obtenido de Qué es y Cómo Usar SOLVER en Excel. Recuperado de <https://imaginaformacion.com/tutoriales/que-es-y-como-usar-solver-en-excel>
- Inmobiliare. (2023). *Problemas estructurales en viviendas*. Recuperado el 10 de junio de <https://inmobiliare.com/cuales-son-los-principales-problemas-de-la-vivienda-en-mexico/>
- Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero BBVA México. (1de enero de 2025). *Glosario*. Recuperado de https://www.bbva.mx/educacion-financiera/r/riesgo_financiero.html
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Comercio electrónico en México*. Recueperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Informe económico sobre el sector diversos*. INEGI. Recueperado el 11 de junio de 2025 de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/itaee/itaee2022_07_Mex.pdf
- International Energy Agency IEA (2020). *World Energy Outlook 2020*. Recuperado el 3 de junio de 2025 de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

- International Labour Organization (ILO), (2020). *The future of work in the textiles, clothing, leather and footwear industries*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.ilo.org/publications/future-work-textiles-clothing-leather-and-footwear>
- International Labour Organization (ILO). (2022). *Decent work in the tourism sector*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.ilo.org/resource/conference-paper/future-work-tourism-sector-sustainable-and-safe-recovery-and-decent-work>
- Ivanov, D. (2020). *Introduction to Supply Chain Resilience*. Springer.
- Kantar Worldpanel. (2021). *Análisis de márgenes y competencia en productos de consumo frecuente*. Kantar Worldpanel. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://market.worldpanelbyenumerator.com/mx/Noticias-/Kantar-revela-los-h?bitos-de-compra-para-el-hogar-frente-a-la-pandemia-de-2020>
- Kaspersky. (2021). *Global IT Security Risks Survey: Online Shopping and Fraud*.
- Kellison, T. B., & Hong, S. (2015). The adoption and diffusion of pro-environmental stadium design. *European Sport Management Quarterly*, 15(2), 249–269. <https://doi.org/10.1080/16184742.2015.1010556>
- Kley, F., Lerch, C., & Dallinger, D. (2011). New business models for electric cars—A holistic approach. *Energy Policy*, 39(6), 3392–3403. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.036>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (15th ed.). Pearson.
- Kvilhaug, S. & Scott, G. (2025). Modern Portfolio Theory: What MPT Is and How Investors Use It. Recuperado de https://www-investopedia-com.translate.goog/terms/m/modernportfoliotheory.asp?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1les%20son%20los%20beneficios%20de,las%20acciones%20de%20peque%C3%B1a%20capitalizaci%C3%B3n.
- Lakshmanan, T. R. (2011). The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography*, 19(1), 1–12.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16^a ed.). Pearson.
- Lázaro Jaime Garrido López, M. G. (02 de 07 de 2014). *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de Metodología para la elección de portafolios de inversión a partir de la frontera eficiente. Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n2/index.html>

- Lean Construction México. (2022). *Innovación tecnológica en la industria de la construcción*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/nuevas-tendencias-en-la-industria-de-la-construccion-2024-un-año-de-innovacion>
- Lean Construction México. (2023). *La capacitación en maquinaria industrial: un factor clave*. Recuperado el 7 de junio de 2025 de <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/desarrollar-solucionadores-de-problemas-para-avanzar-en-lean-construction>
- Lee S. (25 de marzo de 2025) Number Analytic. Top 6 Real-World Benefits of Investment Portfolio Management. Recuperado de <https://www.numberanalytics.com/blog/real-world-investment-portfolio-management-benefits>
- Leonardo G. R. (2018). *Impactos ambientales de la industria papelera y propuestas de mitigación*. *Revista de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 22(1), 35–49. <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/el-impacto-medioambiental-del-papel/>
- Leveson, N. G. (1995). *Safeware: System Safety and Computers*. Addison-Wesley.
- Llamas, A. (27 de diciembre de 2023). Rankia. ¿Por qué invertir en fondos de inversión? Ventajas y desventajas. Recuperado de <https://www.rankia.com/blog/fondos-inversion/3424921-por-que-invertir-fondos-inversion-ventajas-desventajas>
- López, C. (14 de 09 de 2020). *Universidad Argentina de la Empresa*. Obtenido de Mercado de Capitales y Gestión de Cartera. Recuperado de <https://marcelodelfino.net/files/>
- López, J. (1 de septiembre de 2020). *Modelo de Markowitz*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/modelo-de-markowitz.html>
- Maderia. (2024). *Industria maderera y papelera: impacto económico y social*. https://maderia.es/cual-es-el-impacto-economico-de-la-industria-maderera-en-las-comunidades-locales/?expand_article=1
- Mangan, J., Lalwani, C., & Lalwani, C. L. (2016). *Global Logistics and Supply Chain Management* (3ra ed.). Wiley.
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio selection*. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. Recuperado de <https://doi.org/10.2307/2975974>
- McGraw, G. (2006). *Software Security: Building Security In*. Addison-Wesley.

- Méndez Colmenares, D. (2022). *Portafolio de inversión: Qué es, cómo se hace e importancia*. CEUPE. Recuperado el 12 de septiembre de 2024, de <https://www.ceupe.com/blog/portafolio-de-inversion-que-es-como-se-hace-e-importancia.html>
- Méndez, D. (09 de enero de 2024). *Definición de Covarianza*. Recuperado de <https://economiasimple.net/glosario/covarianza>
- Méndez, E. M. Á. (s. f.). PANDEMIA – COVID 19: Lo Positivo y Negativo. IES Villa de Mazo. Recuperado de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/iesvillademazo/2020/04/27/pandemia-covid-19-lo-positivo-y-negativo/>
- Merchán, E. C. (11 de abril de 2023). *expost*. Obtenido de *expost*. Recuperado de <https://expots.comillas.edu/>
- Mitra, S. (2010). *Digital Communication*. McGraw-Hill Education.
- Monex (26 de agosto de 2022). *Sectores para invertir*. Identifica qué acciones bursátiles tienen mejor rendimiento. Recuperado el 2 de junio de 2025 de <https://blog.monex.com.mx/instrumentos-financieros/identifica-que-acciones-bursatiles-tienen-mejor-rendimiento>
- Montañez S. (4 de diciembre de 2024). ¿Mucho dinero y muchas opciones? Diversifícate e invierte tu alto capital con inteligencia. GBM academy. Recuperado de <https://gbm.com/media/the-academy/aprende-como-diversificar/>
- Morodo, J. (11 de junio de 2023). 5 Estrategias de diversificación de portafolio para el éxito financiero. Recuperado de <https://revoluciondelariqueza.com/estrategias-de-diversificacion-de-portafolio/#:~:text=5.-,Inversiones%20en%20tecnolog%C3%ADa%20y%20empresas%20innovadoras,tus%20inversiones%20en%20este%20espacio.>
- Mukherjee, S., & Mitra, S. (2012). *Reliability and Quality of Power Supply: Issues and Challenges*. IEEE Transactions on Power Systems, 27(4), 1823-1830. <https://ieeepes.org/publications/transactions-on-power-systems/>
- Mundial, B. (2022b). Capítulo 1. Los impactos económicos de la pandemia y los nuevos riesgos para la recuperación. En World Bank. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/publication/wdr2022/brief/chapter-1-introduction-the-economic-impacts-of-the-covid-19-crisis>
- Nayar, R., & Douady, R. (2024). *Multiscale Markowitz*. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2411.13792>

- Nocnok. (2023). *Impacto de las tasas de interés en el sector inmobiliario*.
<https://www.nocnok.com/blog-inmobiliario/tag/consejos>
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2021). *The Geography of Transport Systems* (5th ed.). Routledge.
- O'Connell, J. F., & Williams, G. (2016). *Air Transport in the 21st Century: Key Strategic Developments*. Routledge.
- OCDE (25 de octubre de 2001). The Application of Biotechnology to Industrial Sustainability. Recuperado el 11 de junio de 2025 de https://www.oecd.org/en/publications/the-application-of-biotechnology-to-industrial-sustainability_9789264195639-en.html#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20biotecnolog%C3%ADa%20a%20la%20sostenibilidad%20industrial%20%7C%20OCDE.&text=A%20medida%20que%20la%20tendencia%20hacia%20la,desaf%C3%ADos%2C%20es%20necesario%20descubrir%20pol%C3%ADticas%20para%20afrentarlos.
- ONU-Hábitat. (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- OPS (2021). Evaluación de las tecnologías de la salud. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.paho.org/es/temas/evaluacion-tecnologias-salud#:~:text=El%20rol%20de%20OPS%20es,incorporaci%C3%B3n%20de%20tecnolog%C3%ADas%20costo%2Defectivas>.
- Oracle. (2023). *2023 Supply Chain Disruption Report*. Oracle Corporation.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *OECD Economic Outlook 2021*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.oecd.org/economic-outlook/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2021). *Seguridad alimentaria y acceso a productos básicos*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *El impacto económico del cultivo y comercialización del tabaco*. FAO. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.fao.org/4/y4997s/y4997s06.htm>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2021). *Hidratación y salud: recomendaciones y guías*. OMS.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Higiene personal y salud pública: Recomendaciones para el cuidado diario*.

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *La importancia del agua potable segura*. Recuperado el 11 de junio de 2025 de [https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=Unas%20mejores%20condiciones%20de%20agua,reutilizas%20\(ONU%20Agua%202018\)](https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=Unas%20mejores%20condiciones%20de%20agua,reutilizas%20(ONU%20Agua%202018)).
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Informe sobre el consumo de bebidas azucaradas y su impacto en la salud*. OMS. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2021). *Financing SMEs and Entrepreneurs 2021: An OECD Scoreboard*. Paris: OECD.
- Pastor Farill, M. L. (2021, mayo 11). *Cómo armar un portafolio de inversión*. Blog BMV. Recuperado el 12 de septiembre de 2024, de <https://blog.bmv.com.mx/tag/como-armar-un-portafolio-de-inversion/> Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21(1), 49–58. <https://doi.org/10.3905/jpm.1994.409501>
- Pérez, J., y Merino, M. (21 de abril de 2022). *Rendimiento financiero*. Recuperado de <https://definicion.de/rendimiento-financiero/>
- PL Distribución. (2023). *Ventajas del uso de maquinaria en la industria*. Recuperado el 7 de junio de 2025 de <https://pldistribucion.com.ar/web/maquinaria-industrial/>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8ª ed.). McGraw-Hill.
- QuestionPro. (2025). *Investigación mixta. Qué es y tipos que existen*. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-mixta/>
- Rappaport, T. S. (2014). *Wireless Communications: Principles and Practice* (2ª ed.). Pearson Education.
- Realized. (9 de abril de 2024). ¿Cuáles son los beneficios, desventajas y limitaciones de la teoría moderna de carteras? Recuperado de https://www-realized1031-com.translate.goog/blog/what-are-the-benefits-cons-and-limitations-of-modern-portfolio-theory?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Otra%20ventaja%20de%20la%20teor%C3%ADa,con%20los%20objetivos%20del%20inversor.
- Robert D. Hershey Jr. (25 de junio de 2023). *Modelo Markowitz*. Obtenido de <https://www.nytimes.com>

- Rodríguez, R., & García, M. (2018). *Infraestructura de transporte terrestre en América Latina. Revista de Transporte y Desarrollo*, 32(1), 12–29.
https://pure.urosario.edu.co/ws/portalfiles/portalfiles/portal/19628111/journal_CAF_revision_20180423.pdf
- Romero, F. (18 de noviembre de 2024). La importancia de la diversificación en tu portafolio. La importancia de la diversificación en tu portafolio. Recuperado de <https://proboeventos.com.ar/la-importancia-de-la-diversificacion-en-tu-portafolio/#:~:text=La%20diversificaci%C3%B3n%20aprovecha%20el%20hecho,el%20capital%20a%20largo%20plazo>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). *Eficiencia energética en electrodomésticos*. SEMARNAT. Recuperado el 11 de junio de 2025 de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D2_ENERGIA/D2_R_ENERGIA06_02.htm
- Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2020). *Microelectronic Circuits* (8ª ed.). Oxford University Press.
- Serrano-Cumplido, A., Ortega, P. A., García, A. R., Quintana, V. O., Fragoso, A. S., García, A. B., & Bayón, Á. M. (2020). COVID-19. La historia se repite y seguimos tropezando con la misma piedra. *Medicina de Familia SEMERGEN*, 46, 48-54. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.06.008>
- Sharpe, W. F. (1994). *The Sharpe Ratio. Journal of Portfolio Management*, 21(1), 49–58.
- Sharpe, W. F., Alexander, G. J., & Bailey, J. V. (1999). *Investments* (6th ed.). Prentice Hall.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering* (9ª ed.). Pearson.
- Sorrell, S. (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74–82.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.002>
- Stair, R., & Reynolds, G. (2021). *Principles of Information Systems* (14ª ed.). Cengage Learning.
- Stallings, W. (2017). *Wireless Communications & Networks* (2ª ed.). Pearson.

- Stallings, W. (2018). *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*. Pearson.
- Statista. (2023). *Global e-commerce sales 2023*. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/>
- Stulz, R. (2019). *Risk Management Failures During the Financial Crisis*. *Journal of Financial Economics*, 136(1), 11–26. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2018.02.003>
- Thaler, R. H., y Shefrin, H. M. (1981). An economic theory of self-control. *Journal of Political Economy*, 89(2), 392–406. <https://doi.org/10.1086/260971>
- Thomas, D. S., & Lee, H. (2017). Automotive recalls and the impact on brand equity: An empirical investigation. *Journal of Product & Brand Management*, 26(4), 375–387. <https://doi.org/10.1108/JPBM-04-2016-1162>
- Tokatli, N. (2008). Global sourcing: Insights from the global clothing industry—The case of Zara, a fast fashion retailer. *Journal of Economic Geography*, 8(1), 21–38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbm035>
- UNCTAD. (2021). *Review of Maritime Transport 2021*. United Nations Conference on Trade and Development. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2021>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2019). *Digitalization and environmental sustainability*. Recuperado el 11 de junio de 2025 de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003292548-46/united-nations-environment-programme%E2%80%9494unep-ileana-citaristi>
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). (2022). *Importancia de la ingeniería civil*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://uaeh.edu.mx/campus/icbi/licenciatura/ingenieria-civil/>
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2020). *Obsolescencia programada y gestión de residuos electrónicos*. UNAM.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2020). *Residuos electrónicos: una amenaza creciente*. *Boletín UNAM-DGCS*, (184), 1–2.
- Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). (25 de marzo de 2021). *Química industrial y sus aplicaciones en la vida cotidiana*. Recuperado el 7 de junio de 2025 de <https://admision.utem.cl/carrera/quimica-industrial>

- Urquijo, I. M., Serrano, C., Torán, M. A., & Bedwell, G. U. (2021, 9 diciembre). México | El sistema financiero enfrentó los retos de la pandemia y mantuvo su estabilidad. BBVA Research. Recuperado de <https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/mexico-el-sistema-financiero-enfrento-los-retos-de-la-pandemia-y-mantuvo-su-estabilidad/>
- Vallejo, J., & Lara, C. (2019). La informalidad en la venta directa en América Latina. *Revista Latinoamericana de Comercio*, 12(2), 65–78.
- Valls, E. (24 de marzo de 2023). *Covarianza*. Recuperado de <https://www.rankia.com/diccionario/economia/covarianza>
- Van Dijk, J. A. G. M. (2020). *The Digital Divide* (3ª ed.). Polity Press.
- Varmaz, A., Fieberg, C. & Poddig, T. Optimización de cartera para inversiones sostenibles. *Ann Oper Res* 341 , 1151-1176 (2024). Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10479-024-06189-w>
- Villa, J. S. (2023). Universidad EIA. Obtenido de Diversificación de un portafolio de inversión basado diferentes medidas de riesgo. Recuperado de <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/e2fcace7-1db9-4f2c-ba83-a10501284c98>
- Wikipedia. (01 de mayo de 2025). *Contaminantes orgánicos persistentes*. Recuperado el 7 de junio de 2025 de https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminante_org%C3%A1nico_persistente
- Winston, W. L. (2020). *Microsoft Excel Data Analysis and Business Modeling* (6th ed.). Microsoft Press.
- World Bank. (2020). *Energy: Overview*. Recuperado el 5 de junio de 2025 de <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/overview>
- World Health Organization (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: More active people for a healthier world*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>
- World Health Organization: WHO. (2020, 10 enero). Coronavirus. Recuperado de https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1
- World Travel & Tourism Council (WTTC). (2023). *Economic Impact Report 2023*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://wttc.org/research/economic-impact>
- Yergin, D. (2009). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power*. Free Press. <https://www.iwp.edu/wp-content/uploads/2020/06/The-Prize-The-Epic-Quest-for-Oil-Money-and-Power-by-Daniel-Yergin.pdf>

Zhang, X., Wang, K., Hao, Y., & Li, Y. (2020). The evolution of the automotive supply chain: A perspective on electric vehicle components. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120230. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120230>

Zoltners, A. A., Sinha, P., & Lorimer, S. E. (2009). *Building a Winning Sales Force: Powerful Strategies for Driving High Performance*. AMACOM.

ANEXOS

Anexo 1.

Precios antes de la pandemia

Fecha	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
01/01/2017	4.6	17.1	15.2	74.94	34.25	49.61	10.37	20.35	19.95	31.19
01/02/2017	4.3	16.51	15.45	81.93	36.22	58.95	14.46	19.26	21.09	36.19
01/03/2017	4.7	18.25	18.8	81.95	38.9	54.71	14.55	17.19	21.9	27.1
01/04/2017	4.7	20.97	19.25	76.2	40.61	56.22	13.3	16.55	22.08	29.55
01/05/2017	4.4	24.17	21.75	85.76	45.88	58.54	11.19	18.62	23.95	38.51
01/06/2017	4.3	22.53	20.95	77.8	41.31	48.55	12.48	16.67	23.31	39.88
01/07/2017	4.6	23.6	22.2	79.01	44.31	50.05	13.61	17.7	24.67	49.31
01/08/2017	4.1	23.53	20.9	83.67	45.12	54.4	13	15.88	25.21	46.96
01/09/2017	4.6	25.67	27.35	86.17	52.09	49.01	12.75	16.49	24.25	45.88
01/10/2017	5.6	31.6	32.9	91.3	56.43	56.44	10.98	18.43	26.39	54.82
01/11/2017	5	30.94	32	86.11	52.77	54.27	10.89	17.61	27.79	62.1
01/12/2017	4.6	30.28	28.7	89.03	51.12	58.75	10.28	16.36	25.69	67.52
01/01/2018	5.3	31.42	25.9	91.88	53.63	50.4	13.74	16.79	24.8	67.17
01/02/2018	5.3	32.7	24.45	90.15	57.59	48.08	12.11	15.37	24.65	62.85
01/03/2018	5.3	30.77	24.6	91.13	55.61	48.99	10.05	15.45	23.57	70.98
01/04/2018	5.9	32.18	22	87.35	49.67	46.59	10.88	15.16	22.94	70.91
01/05/2018	6	31.16	21.25	97.18	50.78	48.86	13.73	15.53	25.21	67.61
01/06/2018	5.3	28.64	19.8	95.92	46.19	38.61	14.99	14.24	24.26	52.66
01/07/2018	6	28.6	22	96.14	48.63	39.18	18.33	13.36	22.18	52.35
01/08/2018	6	28.32	20.2	98.85	43.02	38.31	25.17	14.21	21.9	52.08
01/09/2018	5.4	22.9	19.65	92.46	38.65	38.68	30.89	11.63	24.67	48.42
01/10/2018	4.6	22.5	17.26	83.71	32.88	34.78	18.21	9.27	22.35	41.8
01/11/2018	5.3	23.43	19.92	91.92	37.28	39.99	21.3	11.02	23.74	44.45
01/12/2018	5.2	18.77	17.8	85.83	32.74	34.98	18.46	10.19	25.43	42.46
01/01/2019	5.8	24.36	20.83	98.86	39.08	38	24.41	11.91	26.83	50.59
01/02/2019	5.9	22.69	21.02	106.96	38.34	40.37	23.53	10.76	27.54	52.55
01/03/2019	5.6	24.25	20.12	105.27	39.66	43.2	25.52	11.51	30.07	52.84
01/04/2019	7	25.98	21.29	116.24	44.07	50.12	27.63	12.4	31.84	61.53
01/05/2019	5.9	22.46	14.83	96.62	38.69	37.91	27.41	8.54	25.16	58.04
01/06/2019	6.5	23.43	15.05	112.87	44.91	44.13	30.37	9.34	28.79	65.68
01/07/2019	9.8	28.2	16.05	117.46	49.37	49.95	30.45	10.15	29	64.49
01/08/2019	9.8	29.79	15.31	109.83	48.02	55.87	31.45	11.78	28.26	62.07
01/09/2019	11.1	31.97	17.09	111.73	49.9	62.83	28.99	12.28	27.61	58.01
01/10/2019	11.4	33.17	19.17	106.63	54.26	52.63	33.93	13.06	29.28	51.79
01/11/2019	12.5	34.53	21.44	112.95	57.9	54.74	39.15	11.89	31.62	55.24
01/12/2019	14.4	36.42	24.09	118.84	61.04	60.56	45.86	13.62	31.6	55.96

Anexo 2.

Precios ajustados antes de la pandemia

Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
-0.0652	-0.0345	0.0164	0.0932	0.0575	0.1882	0.3944	-0.0535	0.0571	0.1603
0.0930	0.1053	0.2168	0.0002	0.0739	-0.0719	0.0062	-0.1074	0.0384	-0.2511
0	0.1490	0.0239	-0.0701	0.0439	0.0276	-0.0859	-0.0372	0.0082	0.0904
-0.0638	0.1525	0.1298	0.1254	0.1297	0.0412	-0.1586	0.1250	0.0846	0.3032
-0.0227	-0.0678	-0.0367	-0.0928	-0.0996	-0.1706	0.1152	-0.1047	-0.0267	0.0355
0.0697	0.0474	0.0596	0.0155	0.0726	0.0308	0.0905	0.0617	0.0583	0.2364
-0.1086	-0.0029	-0.0585	0.0589	0.0182	0.0869	-0.0448	-0.1028	0.0218	-0.0476
0.1219	0.0909	0.3086	0.0298	0.1544	-0.0990	-0.0192	0.0384	-0.0380	-0.0229
0.2173	0.2310	0.2029	0.0595	0.0833	0.1516	-0.1388	0.1176	0.0882	0.1948
-0.1071	-0.0208	-0.0273	-0.0568	-0.0648	-0.0384	-0.0081	-0.0444	0.0530	0.1327
-0.08	-0.0213	-0.1031	0.0339	-0.0312	0.0825	-0.0560	-0.0709	-0.0755	0.0872
0.1521	0.0376	-0.0975	0.0320	0.0491	-0.1421	0.3365	0.0262	-0.0346	-0.0051
0	0.0407	-0.0559	-0.0188	0.0738	-0.0460	-0.1186	-0.0845	-0.0060	-0.0643
0	-0.0590	0.0061	0.0108	-0.0343	0.0189	-0.1701	0.0052	-0.0438	0.1293
0.1132	0.0458	-0.1056	-0.0414	-0.1068	-0.0489	0.0825	-0.0187	-0.02672	-0.0009
0.0169	-0.0316	-0.0340	0.1125	0.0223	0.04872	0.2619	0.0244	0.0989	-0.0465
-0.1166	-0.0808	-0.0682	-0.0129	-0.0903	-0.2097	0.0917	-0.0830	-0.0376	-0.2211
0.1320	-0.0013	0.1111	0.0022	0.0528	0.0147	0.2228	-0.0617	-0.0857	-0.0058
0	-0.0097	-0.0818	0.0281	-0.1153	-0.0222	0.3731	0.0636	-0.0126	-0.0051
-0.1	-0.1913	-0.0272	-0.0646	-0.1015	0.0096	0.2272	-0.1815	0.1264	-0.0702
-0.1481	-0.0174	-0.1216	-0.0946	-0.1492	-0.1008	-0.4104	-0.2029	-0.0940	-0.1367
0.1521	0.0413	0.1541	0.0980	0.1338	0.1497	0.1696	0.1887	0.0621	0.0633
-0.0188	-0.1988	-0.1064	-0.0662	-0.1217	-0.1252	-0.1333	-0.0753	0.0711	-0.0447
0.1153	0.2978	0.1702	0.1518	0.1936	0.0863	0.3223	0.1687	0.0550	0.1914
0.0172	-0.0685	0.0091	0.0819	-0.0189	0.0623	-0.0360	-0.0965	0.0264	0.0387
-0.0508	0.0687	-0.0428	-0.0158	0.0344	0.0701	0.0845	0.0697	0.0918	0.0055
0.25	0.0713	0.0581	0.1042	0.1111	0.1601	0.0826	0.0773	0.0588	0.1644
-0.1571	-0.1354	-0.3034	-0.1687	-0.1220	-0.2436	-0.0079	-0.3112	-0.2097	-0.0567
0.1016	0.0431	0.0148	0.1681	0.1607	0.1640	0.1079	0.0936	0.1442	0.1316
0.5076	0.2035	0.0664	0.0406	0.0993	0.1318	0.0026	0.0867	0.0072	-0.0181
0	0.0563	-0.0461	-0.0649	-0.0273	0.1185	0.0328	0.1605	-0.0255	-0.0375
0.1326	0.0731	0.1162	0.0172	0.0391	0.1245	-0.0782	0.0424	-0.0230	-0.0654
0.0270	0.0375	0.1217	-0.0456	0.0873	-0.1623	0.1704	0.0635	0.0604	-0.1072
0.0964	0.0410	0.1184	0.0592	0.0670	0.0400	0.1538	-0.0895	0.0799	0.0666
0.152	0.0547	0.1236	0.0521	0.0542	0.1063	0.1713	0.1455	-0.0006	0.0130

Anexo 3.

Precios durante la pandemia

Fecha	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
01/01/2020	13.2	36.93	24.15	109.75	57.99	59.14	47	12.19	30.52	49.58
01/02/2020	11.2	34.85	23.99	109.05	58.12	59.45	45.48	10.84	27.26	45.77
01/03/2020	9.9	31.03	18.31	89.65	45.82	48.56	45.48	6.41	23.71	36.06
01/04/2020	12	35.63	23.36	109.6	49.68	52.58	52.39	12.03	27.16	44.01
01/05/2020	12.3	33.59	26.85	112.95	56.18	56.74	53.8	10.52	29.13	46.62
01/06/2020	14.2	41.2	27.85	122.64	60.45	45.8	52.61	10.88	31.56	49.5
01/07/2020	13.4	45.82	29.42	114.85	64.33	45.28	77.43	10.89	31.67	59.55
01/08/2020	11.9	42.75	23.63	116.88	61.6	52.7	90.82	13.55	34.72	76.59
01/09/2020	12.2	43.31	22	116.74	59.45	52.18	81.99	12.82	36.43	66.2
01/10/2020	14.5	44.73	22.07	118.53	59.23	54.67	75.29	15.86	34.96	87.04
01/11/2020	17.5	56.47	26.98	139.08	82.48	78.13	92.66	24.84	40.16	93.43
01/12/2020	18.8	62.39	29.12	147.73	86.3	91.82	91.71	23.64	43.78	98.92
01/01/2021	20.1	63.63	34.24	147.33	96.68	94.36	85.64	28.74	45.05	99.15
01/02/2021	20.8	70	36.87	155.82	118.19	112.49	84.51	35.19	46.99	81.02
01/03/2021	22.2	72.83	41.09	155.08	133.6	100.39	78.5	32.7	46.37	87.3
01/04/2021	23.8	76	41.53	153.16	132.71	97.49	81.62	31.1	45.62	76.53
01/05/2021	22.1	73.05	41.44	164.6	138.13	100.38	80.08	32.21	47.23	76.11
01/06/2021	22.4	72.13	40.42	172.16	142.4	106.63	93.93	30.39	47.68	90.51
01/07/2021	22.2	69.5	38.55	167.42	139.93	98.49	106.19	25.99	48.54	86.04
01/08/2021	21.9	71.49	49.71	162.95	135.13	103.57	110.72	29.05	49.72	94
01/09/2021	22.8	73.73	47.03	167.48	128.73	155.74	102.9	31.37	48.49	95.46
01/10/2021	20.5	77.73	54.93	173.49	136.65	185.83	120.23	34.65	53.17	119.59
01/11/2021	22.2	87.83	61.82	180.25	147.19	179.52	158.37	49.12	55.37	103.6
01/12/2021	24	95.93	74.56	175.77	157.36	202.89	143.9	60.56	66.54	87.16
01/01/2022	21.3	81.22	62.61	163.97	138.18	140.15	114.25	45.03	58.59	78.38
01/02/2022	19.8	81.39	69.22	160.29	134.2	139.71	123.34	53.77	58.74	75.29
01/03/2022	19.8	85.65	75.53	165.18	131.8	104.92	109.34	54.65	62.97	83.74
01/04/2022	17.2	70.86	54.45	154.38	110.35	82.08	85.52	42.9	55.44	73.03
01/05/2022	17.3	76.58	62.06	168.4	117.29	85.22	101.86	43.93	58.01	70.61
01/06/2022	13.3	54.34	54.84	146.09	90.98	65.46	76.47	33.34	48.58	68.13
01/07/2022	14.9	57.4	70.33	171.96	105.98	86.55	94.47	42.01	53.55	99.17
01/08/2022	14.3	52.37	66.94	151.53	94.07	67.88	84.87	38.66	49.91	127.55
01/09/2022	11.7	41.25	60.56	139.34	81.93	56.18	63.36	30.76	44.4	132.27
01/10/2022	13.2	43.91	58	142.62	88.29	54.73	60.06	32.75	47.01	145.57
01/11/2022	16.9	56.4	79.86	171.91	109.6	74.2	77.63	35.08	55.1	172.53
01/12/2022	16	48.75	79.36	164.03	97.38	82.23	64.77	28.57	55.91	149.79
01/01/2023	17.8	58.17	109.95	171.47	111.49	89.84	75.15	32.96	58.5	177.6
01/02/2023	19.8	57.21	128.54	183.47	116.15	94.31	78.58	26.71	59.43	169.14
01/03/2023	23.2	59.34	133.25	197.22	122.83	77.42	98.01	26.95	64.15	217.5
01/04/2023	19.4	57.65	118.3	179.88	113.03	61.98	89.37	23.88	62.65	182.58
01/05/2023	31.4	67.91	157.55	177.69	133.3	72.32	118.21	27.69	80.8	202.96

Anexo 4.

Precios ajustados durante la pandemia

Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
-0.1515	-0.0563	-0.0066	-0.0063	0.0022	0.0052	-0.0323	-0.1107	-0.1068	-0.0768
-0.1160	-0.1096	-0.2367	-0.1779	-0.2116	-0.1831	0	-0.4086	-0.1302	-0.2121
0.2121	0.1482	0.2758	0.2225	0.0842	0.0827	0.1519	0.8767	0.1455	0.2204
0.025	-0.0572	0.1494	0.0305	0.1308	0.0791	0.0269	-0.1255	0.0725	0.0593
0.1544	0.2265	0.0372	0.0857	0.0760	-0.1928	-0.0221	0.0342	0.0834	0.0617
-0.0563	0.1121	0.0563	-0.0635	0.0641	-0.0113	0.4717	0.0009	0.0034	0.2030
-0.1119	-0.0670	-0.1968	0.0176	-0.0424	0.1638	0.1729	0.2442	0.0963	0.2861
0.0252	0.0130	-0.0689	-0.0011	-0.0349	-0.0098	-0.0972	-0.0538	0.0492	-0.1356
0.1885	0.0327	0.0031	0.0153	-0.0037	0.0477	-0.0817	0.2371	-0.0403	0.3148
0.2068	0.2624	0.2224	0.1733	0.3925	0.4291	0.2307	0.5662	0.1487	0.0734
0.0742	0.1048	0.0793	0.06219	0.0463	0.1752	-0.0102	-0.0483	0.0901	0.0587
0.0691	0.0198	0.1758	-0.0027	0.12027	0.0276	-0.0661	0.2157	0.0290	0.0023
0.0348	0.1001	0.0768	0.0576	0.2224	0.1921	-0.0131	0.2244	0.0430	-0.1828
0.0673	0.0404	0.1144	-0.0047	0.1303	-0.1075	-0.0711	-0.0707	-0.0131	0.0775
0.0720	0.0435	0.0107	-0.0123	-0.0066	-0.0288	0.0397	-0.0489	-0.0161	-0.1233
-0.0714	-0.0388	-0.0021	0.0746	0.0408	0.0296	-0.0188	0.0356	0.0352	-0.0054
0.0135	-0.0125	-0.0246	0.0459	0.0309	0.0622	0.1729	-0.0565	0.00952	0.1891
-0.0089	-0.0364	-0.0462	-0.0275	-0.0173	-0.0763	0.1305	-0.1447	0.0180	-0.0493
-0.0135	0.0286	0.2894	-0.0266	-0.0343	0.0515	0.0426	0.1177	0.0243	0.0925
0.0410	0.0313	-0.0539	0.0277	-0.0473	0.5037	-0.0706	0.0798	-0.0247	0.0155
-0.1008	0.0542	0.1679	0.0358	0.0615	0.1932	0.1684	0.1045	0.0965	0.2527
0.0829	0.1299	0.1254	0.0389	0.0771	-0.0339	0.3172	0.4176	0.0413	-0.1337
0.0810	0.0922	0.2060	-0.0248	0.0690	0.1301	-0.0913	0.2328	0.2017	-0.1586
-0.1125	-0.1533	-0.1602	-0.0671	-0.1218	-0.3092	-0.2060	-0.2564	-0.1194	-0.1007
-0.07042	0.0020	0.1055	-0.0224	-0.0288	-0.0031	0.07956	0.1940	0.0025	-0.0394
0	0.0523	0.0911	0.0305	-0.0178	-0.2490	-0.1135	0.0163	0.0720	0.1122
-0.1313	-0.1726	-0.2790	-0.0653	-0.1627	-0.2176	-0.2178	-0.2150	-0.1195	-0.1278
0.0058	0.0807	0.1397	0.0908	0.0628	0.0382	0.1910	0.0240	0.0463	-0.0331
-0.2312	-0.2904	-0.1163	-0.1324	-0.2243	-0.2318	-0.2492	-0.2410	-0.1625	-0.0351
0.1203	0.0563	0.2824	0.1770	0.1648	0.3221	0.2353	0.2600	0.1023	0.4555
-0.0402	-0.0876	-0.0482	-0.1188	-0.1123	-0.2157	-0.1016	-0.0797	-0.0679	0.2861
-0.1818	-0.2123	-0.0953	-0.0804	-0.1290	-0.1723	-0.2534	-0.2043	-0.1103	0.0370
0.1282	0.0644	-0.0422	0.0235	0.07762	-0.0258	-0.0520	0.0646	0.05878	0.1005
0.2803	0.2844	0.3768	0.2053	0.2413	0.3557	0.2925	0.0711	0.17209	0.1852
-0.0532	-0.1356	-0.0062	-0.0458	-0.1114	0.1082	-0.1656	-0.1855	0.01470	-0.1318
0.1125	0.1932	0.3854	0.0453	0.1448	0.0925	0.1602	0.1536	0.04632	0.1856
0.1123	-0.0165	0.1690	0.0699	0.0417	0.0497	0.0456	-0.1896	0.01589	-0.0476
0.1717	0.0372	0.0366	0.0749	0.0575	-0.1790	0.2472	0.0089	0.07942	0.2859
-0.1637	-0.0284	-0.1121	-0.08792	-0.0797	-0.1994	-0.0881	-0.1139	-0.0233	-0.1605
0.6185	0.1779	0.3317	-0.0121	0.1793	0.1668	0.3227	0.1595	0.2897	0.1116

Anexo 5.

Precios después de la pandemia

Fecha	Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor or Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
01/06/2023	33.6	71.95	183.33	194.81	144.54	83.67	113.91	32.8	86.74	190.09
01/07/2023	34.5	75.04	200.48	199.53	151.59	83.42	114.4	32.88	89.86	207.4
01/08/2023	31.3	74.3	192.15	181.78	152.76	62.15	105.72	31.55	92.29	189.12
01/09/2023	28	68.35	163.05	175.09	138.45	53.03	102.82	29.84	83.06	161.59
01/10/2023	23.7	66.02	127.5	157.33	132.35	44.99	98.5	23.72	84.14	142.45
01/11/2023	31.1	80.19	124.28	183.38	149.78	58.71	121.16	21.39	92.57	157.78
01/12/2023	33.8	88.84	129.69	198.56	162.07	61.29	147.41	26.06	111.63	172.28
01/01/2024	39.7	92.99	130.05	192.36	164.3	52.56	167.69	25.66	118	146.3
01/02/2024	46.9	124	112.67	191.82	201.62	55.85	192.53	21.9	130.05	153.89
01/03/2024	44.6	129.93	111.52	197.79	206.23	50.77	180.49	22.04	132.54	168.8
01/04/2024	31.7	110.37	103.52	200.61	198.65	45.97	158.38	21.87	130.03	176.3
01/05/2024	33.2	106.16	112.49	234.49	215.08	58.26	166.9	29.31	132.85	271.76
01/06/2024	40.7	109.5	142.19	228.26	235.99	53.95	162.21	37.37	160.55	225.46
01/07/2024	43.9	105.15	126.35	231.38	212.2	52.64	144.48	41.4	160.68	215.99
01/08/2024	46	89.63	109.33	234.84	197.26	59.7	148.56	41.81	162.82	227.37
01/09/2024	47.3	88.83	104.85	230.17	202.05	56.4	164.08	37.12	172.5	249.44
01/10/2024	57.8	74.47	85.31	223.11	181.58	56.19	144.07	33.04	169.77	194.48
01/11/2024	55.3	78.22	74.24	218.05	174.71	71.55	137.18	41.47	162.08	199.27
01/12/2024	56.9	75.49	69.87	212.46	162.63	72.74	120.79	37.03	231.84	176.24
01/01/2025	55.3	84.48	68	211.89	180.35	76.72	115.95	38.42	221.27	167.52
01/02/2025	55.8	74.33	54.79	230.06	158.07	61.43	99.86	30.28	199.43	136.18
01/03/2025	44.1	68.45	49.67	201.67	145.12	50.33	102.74	24.86	167.43	126.43

Anexo 6.

Precios ajustados después de la pandemia

Advantest Corporation	Tokyo Electron Limited	Axcelis Technologies, Inc.	Analog Devices, Inc.	Applied Materials, Inc.	Ambarella, Inc.	Advanced Micro Devices Inc.	Alpha And Omega Semiconductor Limited	Broadcom Inc.	First Solar Inc.
0.0267	0.0429	0.0935	0.0242	0.0487	-0.0029	0.0043	0.0024	0.0359	0.0910
-0.0927	-0.0098	-0.0415	-0.0889	0.0077	-0.2549	-0.0758	-0.0404	0.0270	-0.0881
-0.1054	-0.0800	-0.1514	-0.0368	-0.0936	-0.1467	-0.0274	-0.0541	-0.1000	-0.1455
-0.1535	-0.0340	-0.2180	-0.1014	-0.0440	-0.1516	-0.0420	-0.2050	0.0130	-0.1184
0.3122	0.2146	-0.0252	0.1655	0.1316	0.3049	0.2300	-0.0982	0.1001	0.1076
0.0868	0.1078	0.0435	0.0827	0.0820	0.0439	0.2166	0.2183	0.2058	0.0919
0.1745	0.0467	0.0027	-0.0312	0.0137	-0.1424	0.1375	-0.0153	0.0570	-0.15080
0.1813	0.3334	-0.1336	-0.0028	0.2271	0.0625	0.1481	-0.1465	0.1021	0.0518
-0.0490	0.0478	-0.0102	0.0311	0.0228	-0.0909	-0.0625	0.0063	0.0191	0.0968
-0.2892	-0.1505	-0.0717	0.0142	-0.0367	-0.0945	-0.1224	-0.0077	-0.0189	0.0444
0.0473	-0.0381	0.0866	0.1688	0.0827	0.2673	0.0537	0.3401	0.0216	0.5414
0.2259	0.0314	0.2640	-0.0265	0.0972	-0.0739	-0.0281	0.2749	0.2085	-0.1703
0.0786	-0.0397	-0.1114	0.0136	-0.1008	-0.0242	-0.1093	0.1078	0.0008	-0.0420
0.0478	-0.1475	-0.1347	0.0149	-0.0704	0.1341	0.0282	0.0099	0.0133	0.0526
0.0282	-0.0089	-0.0409	-0.0198	0.0242	-0.0552	0.1044	-0.1121	0.0594	0.0970
0.2219	-0.1616	-0.1863	-0.03067	-0.1013	-0.0037	-0.1219	-0.1099	-0.0158	-0.2203
-0.0432	0.0503	-0.1297	-0.0226	-0.0378	0.2733	-0.0478	0.2551	-0.0452	0.0246
0.0289	-0.0349	-0.0588	-0.0256	-0.0691	0.0166	-0.1194	-0.1070	0.43040	-0.1155
-0.0281	0.1190	-0.0267	-0.0026	0.1089	0.0547	-0.0400	0.0375	-0.0455	-0.0494
0.0090	-0.1201	-0.1942	0.0857	-0.1235	-0.1992	-0.1387	-0.2118	-0.0987	-0.1870
-0.2096	-0.0791	-0.0934	-0.1234	-0.0819	-0.1806	0.0288	-0.1789	-0.1604	-0.0715

