



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración

Maestría en Administración    Área terminal Finanzas

Impacto de la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de EE.UU. en la  
rentabilidad y volatilidad del sector automotriz en México

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Administración

Presenta:

L.A. Itzel Arriaga Morales

Dirigido por:

Mtro. Roberto Yoan Castillo Dieguez

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Junio de 2025

México

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Maestría en Administración

Impacto de la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de EE.UU. en la  
rentabilidad y volatilidad del sector automotriz en México

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestro en Administración con Área terminal en Finanzas

Presenta:

L.A. Itzel Arriaga Morales

Dirigido por:

Mtro. Roberto Yoan Castillo Dieguez

Mtro. Roberto Yoan Castillo Dieguez

Presidente

Mtra. Ana Elena Barroso Velázquez

Secretario

Dra. Beatriz Rosas Rodríguez

Vocal

Mtra. Mónica López Arellano

Suplente

Mtro. Alfonso Germán Nieto Irigoyen

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de Aprobación por el consejo (Mes/Año).

México

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de Estados Unidos en la rentabilidad y la volatilidad del sector automotriz en México. Se utilizó una metodología cuantitativa y explicativa mediante el modelo de estudio de eventos, el modelo GARCH (1,1) y el algoritmo XGBoost, aplicados a una muestra de catorce empresas automotrices con operaciones en México, cotizadas en bolsas internacionales durante el periodo 2019–2024. Para identificar alteraciones en la rentabilidad, se estimaron retornos anormales acumulados (CAAR) mediante los modelos de mercado (OLS) y de Theil, evaluando su significancia con pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas. La volatilidad financiera se modeló con GARCH (1,1) tras verificar la estacionariedad de las series mediante la prueba ADF, y se aplicaron diagnósticos sobre normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad. Posteriormente, se entrenó un modelo de clasificación con XGBoost usando como predictores el CAAR, la varianza condicional y el retorno previo al evento, alcanzando un 100% de precisión y validaciones robustas. Los hallazgos revelan que la pandemia tuvo un efecto negativo significativo en la rentabilidad y aumentó la volatilidad, mientras que la reapertura económica generó retornos positivos. En contraste, las políticas comerciales estadounidenses presentaron un impacto más limitado o anticipado. Se concluye que los choques exógenos afectan al sector automotriz de manera diferenciada, y que la combinación de modelos econométricos y técnicas de aprendizaje automático permite generar diagnósticos más precisos para la toma de decisiones estratégicas bajo incertidumbre.

**Palabras clave:** aprendizaje automático, estudio de eventos, GARCH, rentabilidad, sector automotriz

## ABSTRACT

This research aims to analyze the impact of the COVID-19 crisis and U.S. trade policies on the profitability and volatility of the automotive sector in Mexico. A quantitative and explanatory methodology was used, including the event study model, GARCH (1,1), and the XGBoost algorithm, applied to a sample of fourteen automotive firms operating in Mexico and listed on international stock exchanges from 2019 to 2024. Cumulative abnormal returns (CAAR) were estimated using OLS and Theil models and tested with parametric and non-parametric significance tests. Financial volatility was modeled through GARCH (1,1) after verifying stationarity using the ADF test, and residual diagnostics were applied for normality, autocorrelation, and heteroskedasticity. Then, a classification model was trained with XGBoost using CAAR, conditional variance, and pre-event return as predictors, achieving 100% accuracy with robust validations. The findings reveal that the pandemic had a significant negative effect on profitability and increased volatility, while the reopening of the economy led to positive returns. In contrast, U.S. trade policies showed a more limited or anticipated effect. It is concluded that exogenous shocks affect the automotive sector differently and that combining econometric models with machine learning techniques enables more accurate diagnostics for strategic decision-making under uncertainty.

**Keywords:** Machine learning, event study, GARCH, profitability, automotive sector.

## DEDICATORIAS

*A mi mamá y mi papá,  
Con profundo amor y agradecimiento al haber forjado a la persona que soy ahora;  
Y brindarme su ejemplo y motivación constante que alimentaron el anhelo de  
alcanzar mis metas.*

*“El maestro que camina a la sombra del templo, en medio de sus discípulos,  
no les da de su sabiduría, sino, más bien, de su fe-y de su afecto”*

*- Khalil Gibrán*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, porque en mi se ha construido la aportación de cada uno de ellos y son, lo máspreciado que poseo, mi motor constante ante la adversidad y quienes alegran mis días. A mis padres, quienes son un ejemplo de perseverancia, sacrificios y amor, los mejores maestros que yo y mi hermana pudimos tener en la vida.

A Ryosuke Hoshi-san por introducirme al mejor sector industrial del que formo parte. Además de tener oportunidad de descubrir un complicado y fascinante mundo, también he tenido la oportunidad de conocer un ambiente multicultural donde cada punto de vista aporta opiniones diferentes, pero de gran poder de decisión.

Ambos, mi familia y compañeros de trabajo me han forjado en carácter y desempeño, que me han ayudado en las épocas más difíciles a manera personal y profesional.

Un agradecimiento especial al Dr. Roberto Yoan Castillo Dieguez por su paciencia, dedicación y sobre todo el entusiasmo demostrado en conjunto antes, durante y después del desarrollo de este proyecto. Ha sido una pieza clave en mi vida profesional, al demostrarme que la investigación es el factor más importante en decisiones empresariales.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por abrir sus puertas a estudiantes dentro y fuera del territorio Nacional. Y a la Facultad de Contabilidad y Administración por la creación de la Campaña ¡Titúlate Ya! 2025 que fomenta la formación académica a niveles profesionales.

## ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Justificación de la Investigación	2
1.3 Pregunta de investigación	3
1.4 Objetivo	3
1.5 Hipótesis:	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Impacto global del COVID-19 en la cadena de suministro automotriz	6
2.1.2 Impacto en China	7
2.1.3 Impacto en la producción automotriz	8
2.1.4 Impacto en México	9
2.1.5 Políticas comerciales de EE.UU. y su impacto en la industria automotriz	9
2.2 Marco Conceptual	11
2.2.1 La industria automotriz en México	11
2.2.2 Crisis del COVID-19 y su impacto económico	14
2.2.3 Políticas comerciales y T-MEC	16
2.2.4 Rentabilidad y volatilidad financiera	17
2.3 Estudios sobre volatilidad en mercados financieros y su relación con políticas comerciales	19
2.3.1 Impacto de políticas comerciales en mercados financieros	24
3. METODOLOGÍA	25
3.1 Metodología de la investigación	25



3.2 Diseño de la investigación	25
3.3 Instrumentos a trabajar	26
3.3.1 Estudio de Eventos	26
3.3.2 Modelo GARCH para análisis de volatilidad financiera	32
3.3.3 Modelo XGBoost para clasificación de impacto	35
3.4 Población	36
3.5 Muestra	37
4. RESULTADOS	38
4.1 Análisis descriptivo de los retornos anormales	38
4.2. Análisis del impacto de eventos exógenos en la rentabilidad del sector automotriz	42
4.2.1 Impacto de la declaración de la pandemia por la OMS	42
4.2.2. Análisis del impacto del cierre económico en México	45
4.2.3. Análisis del impacto de la reapertura económica en México	48
4.2.4. Impacto del anuncio de nuevas políticas arancelarias por parte de EE.UU.	50
4.3. Análisis de volatilidad condicional con el modelo GARCH (1,1)	52
4.4 Modelo XGBoost para la predicción del impacto de eventos	54
4.4.1 Validación del modelo	57
4.5 Discusión general de resultados	60
CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Reglas de origen para vehículos ligeros	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 2.</b> Localización de plantas automotrices en México	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 3.</b> Top 10 países con mayor venta de vehículos a nivel mundial (participación porcentual)	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 4.</b> Top 10 países de destino	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 5.</b> Producción mensual de vehículos por segmento en México durante 2020.	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 6.</b> IED hacia el sector automotor de México, 2010-2022 (MDD y participación porcentual).	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 7.</b> Tendencia de producción anual por segmento.	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 8.</b> Línea de tiempo de la ventana de estimación y ventana de evento.	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 9.</b> Distribución de CAAR por ventana temporal – Evento: Pandemia_OMS	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 10.</b> Distribución de CAAR por ventana temporal – Evento: Cierre_MX	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 11.</b> Distribución de CAAR por ventana temporal – Evento: Reapertura_MX	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 12.</b> Distribución de CAAR por ventana temporal – Evento: Trump_Aranceles	41
<b>Figura 13.</b> AAR y CAAR acumulado por ventana para el evento del anuncio del Covid-19.	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 14.</b> AAR y CAAR acumulado por ventana para el evento del cierre económico en México	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 15.</b> AAR y CAAR acumulado por ventana para el evento de la apertura económica en México	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 16.</b> AAR y CAAR acumulado por ventana para el evento anuncio de los aranceles de Donald Trump	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 17.</b> Volatilidad Condicional Estimada con GARCH (1,1) para las empresas.	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 18.</b> Matriz de Confusión	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 19.</b> Curva de aprendizaje	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 20.</b> Importancia de variables	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 21.</b> Mapa de calor de Correlación	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 22.</b> Lift Curve del modelo XGBoost	Error! Bookmark not defined.
<b>Figura 23.</b> Gráfico resumen de valores SHAP para el modelo XGBoost.	Error! Bookmark not defined.



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de mercado compartido entre EE. UU. y Japón (1960-2000).	22
<b>Tabla 2.</b> Empresas seleccionadas para el análisis	37
<b>Tabla 3.</b> Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento de anuncio de la pandemia por COVID-19.	43
<b>Tabla 4.</b> Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento del cierre económico en México por COVID-19.	46
<b>Tabla 5.</b> Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento de reapertura económica en México.	48
<b>Tabla 6.</b> Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el anuncio de nuevos aranceles por parte de EE.UU.	50
<b>Tabla 7.</b> Resultados de pruebas diagnósticas sobre residuos del modelo GARCH (1,1) por empresa.	52
<b>Tabla 8.</b> Reporte del modelo XGBoost	54
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la validación cruzada (StratifiedKFold, k = 5) del modelo XGBoost	57
<b>Tabla 10.</b> Resultados del Test de Sensibilidad "Leave-One-Out" por Empresa	58

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sector automotriz es uno de los líderes en el país en términos del papel en la economía debido a las contribuciones directas e indirectas al Producto Interno Bruto (PIB) y el empleo. De acuerdo, con el INEGI (2023) el dinamismo de este sector se debe a su enfoque en el comercio exterior y a la proximidad con Estados Unidos, su principal socio comercial en la exportación de automóviles, camiones y autopartes. Sin embargo, la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales ponen a México ante un escenario incierto, y es necesario analizar las posibles amenazas arancelarias, sin dejar de lado los bloqueos económicos derivados de la pandemia (Castillo Rodríguez, 2024; Garcia-Remigio et al., 2020). Estos eventos han influido en la rentabilidad de las empresas del sector y en la volatilidad de sus activos financieros, haciendo necesario un análisis detallado de sus efectos.

En los últimos cinco años, diversas investigaciones han analizado los efectos del COVID-19 y las políticas comerciales en la industria automotriz. Por otro lado, Chiatchoua et al., (202), Ghadir et al., (2022) y Wu et al., (2021) encontraron que la pandemia afectó la cadena de suministro y la producción de vehículos en todo el mundo. Además, Gantz (2023) y Medina (2021) identificaron que las modificaciones en los acuerdos comerciales, como el T-MEC, han impactado los costos de producción y las estrategias de exportación de las empresas del sector. Sin embargo, ninguna de las investigaciones anteriores ha analizado de manera conjunta el efecto de ambos factores en la rentabilidad y volatilidad de las empresas automotrices en México. En consecuencia, este estudio pretende aportar evidencia cuantitativa que contribuya a entender el impacto de dichos factores y sus repercusiones dentro de la industria automotriz, respondiendo así a una brecha identificada en la literatura empírica.

### **1.1 Planteamiento del Problema**

El sector automotriz en México es una de las industrias con mayor impacto en la economía nacional, debido a su aportación al Producto Interno Bruto (PIB) y la generación de fuentes de empleo (Valdez et al., 2022). Sin embargo, la crisis del

COVID-19 y las políticas comerciales implementadas por EE. UU durante los últimos cinco años, han provocado inestabilidad en la participación porcentual de las importaciones y exportaciones de México, generando un panorama incierto para el futuro. La pandemia provocó el cierre temporal de plantas de producción, una disminución en la demanda de vehículos y retrasos en la cadena de suministro, lo que ha generado incertidumbre en su recuperación (Arciniega, 2024; Pató et al., 2022). A esto se suma un nuevo desafío, las políticas arancelarias impulsadas por el presidente Donald Trump, las cuales podrían repercutir en los niveles de producción, exportaciones y en la volatilidad de los precios de las acciones de las principales manufactureras establecidas en México.

Ante este escenario, se requiere un análisis que permita evaluar el impacto de estos factores en la estabilidad y rentabilidad del sector.

## **1.2. Justificación de la Investigación**

México es uno de los países más competitivos a nivel mundial en atracción de inversión extranjera directa, gracias a su ubicación estratégica, costos laborales competitivos y una amplia red de acuerdos de libre comercio que facilitan el acceso a mercados internacionales. La UNCTAD (2024) en su reporte de 2024 menciona que México ocupa el noveno lugar como receptor mundial de IED y es tercero entre las economías en desarrollo (UNCTAD, 2024). Además, se encuentra en la posición siete en la producción de automóviles en el mundo y es el principal fabricante de América Latina (Téllez, 2024), resulta importante analizar el impacto de la pandemia del COVID-19 en la industria automotriz, considerando las interrupciones en la producción, las afectaciones en las cadenas de suministro y el incremento en los costos logísticos.

La reapertura gradual de las actividades esenciales y no esenciales permitió un incremento en la producción automotriz. Por otro lado, la producción ha enfrentado diversos retrasos; no obstante, la inversión en el fortalecimiento del sector y la mejora de la productividad se han convertido en factores clave para acelerar la recuperación económica del país y reactivar la industria automotriz. La

incertidumbre sobre el futuro del sector se intensificó especialmente tras el inicio oficial de la campaña presidencial de Donald Trump, el 15 de noviembre de 2022, cuando anunció su candidatura para un segundo mandato no consecutivo. En su discurso, de casi tres horas, expuso su postura en materia de política exterior, advirtiendo sobre la imposición de nuevos aranceles a las importaciones, lo que podría generar tensiones comerciales adicionales con países como China, Canadá y, particularmente, México. Estos dos últimos países enfrentan un riesgo particular debido a su integración en el acuerdo comercial T-MEC.

A pesar de los estudios previos sobre crisis económicas y comercio internacional, aún no se ha analizado de manera integral el impacto simultáneo del COVID-19 y las políticas comerciales de Estados Unidos en la industria automotriz mexicana. Por ello, resulta necesario evaluar cómo estos factores han afectado la rentabilidad y volatilidad de las empresas del sector. En este sentido, la presente investigación busca responder la siguiente pregunta

### **1.3 Pregunta de investigación**

¿Cómo han afectado la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de EE.UU. a la rentabilidad y volatilidad del sector automotriz en México?

### **1.4 Objetivo**

Analizar el impacto de la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de EE.UU. en la rentabilidad y volatilidad del sector automotriz en México.

### **1.5 Hipótesis:**

A partir del contexto económico y comercial actual, se plantean las siguientes hipótesis, las cuales serán evaluadas mediante modelos cuantitativos:

H1: La crisis del COVID-19 redujo la rentabilidad de las empresas automotrices en México.

H2: La crisis del COVID-19 incrementó la volatilidad en los precios de las acciones del sector automotriz.

H3: Las políticas comerciales de EE.UU. han reducido la rentabilidad de las empresas automotrices mexicanas.

H4: Las políticas comerciales de EE.UU. han incrementado la volatilidad bursátil del sector automotriz.

Se espera que los hallazgos contribuyan a la formulación de estrategias que mitiguen los efectos de la incertidumbre comercial en el sector automotriz. Finalmente, se agradece al Programa ¡Titúlate ya! por brindar la oportunidad de desarrollar esta investigación y facilitar el proceso de titulación.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes**

La propagación global y el impacto devastador del COVID-19 han representado uno de los momentos más críticos en la historia reciente de la economía global (Ibn-Mohammed et al., 2021; Naseer et al., 2023; Song & Zhou, 2020). Para comprender la magnitud de sus efectos en la industria automotriz — particularmente en la producción, el comercio y las cadenas de suministro— resulta indispensable revisar investigaciones previas sobre las repercusiones económicas derivadas de las medidas de contención adoptadas en México (Castañeda-Navarrete et al., 2021; Clemente-Suárez et al., 2022). Esto permitirá identificar las estrategias establecidas por el Gobierno mexicano para mitigar la crisis sanitaria, así como los mecanismos económicos implementados en el corto, mediano y largo plazo para estimular la recuperación tras un desplome productivo y una desaceleración económica generalizada (Provencio, 2020).

En México, se aplicaron estrategias proactivas durante el primer semestre de 2020 (Nava-Aguirre et al., 2022), año en el que se declaró la emergencia sanitaria. Esta situación obligó al país a establecer presupuestos adicionales con el objetivo de fortalecer los sistemas de salud; apoyar los ingresos de personas bajo confinamiento; proteger a los trabajadores del sector productivo; mantener la liquidez del sistema financiero; y otorgar programas de soporte directo a las empresas con el fin de sostener precios, evitar el desempleo y prevenir una crisis financiera mayor.

En el marco de esta investigación, se analizarán estudios económicos publicados durante los últimos cinco años que han abordado las afectaciones económicas provocadas por la pandemia en México, con especial énfasis en el sector manufacturero. Este sector representa una de las principales fuentes de crecimiento económico del país, por lo que examinar los efectos observados y las políticas de estabilización implementadas es esencial para proyectar el futuro del sector industrial nacional.

La industria automotriz mexicana destaca como el pilar del sector manufacturero debido a su alta participación en las exportaciones y a los niveles significativos de inversión extranjera directa. En 2020, la producción automotriz en México cayó más del 20% (AMIA, 2021), mientras que las exportaciones del sector disminuyeron un 24.6% en comparación con el año anterior, según datos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2021). Estos datos reflejan el profundo impacto de la crisis. México se ha consolidado como uno de los países más competitivos a nivel global por sus condiciones laborales, capacidad tecnológica e infraestructura logística (Cantu, 2017; Márquez & Sandoval, 2024). Para analizar esta situación en perspectiva, se integran también estudios internacionales que permiten comparar el caso mexicano con otras economías industriales.

En el caso de México, la pandemia llegó en un contexto de transición política y económica después de muchos sexenios de bajo crecimiento económico, crecientes niveles de pobreza y desigualdad, insuficiencia hacendaria, asimetría social y otros factores característicos de nuestra situación económica y social (Lustig & Martínez Pabón, 2021). En este sentido, la pandemia provocó un desplome de hasta 8.5% del PIB en 2020 (Chapa-Cantú, 2023; Moreno-Brid & Gómez, 2023), mismo que significó un importante revés para el desarrollo y el consecuente empoderamiento de condiciones de vulnerabilidad presentes en diversos sectores de la población (Solís et al., 2022).

#### *2.1.1 Impacto global del COVID-19 en la cadena de suministro automotriz*

El transporte y la logística representan puntos críticos dentro de la cadena de suministro global, al garantizar la entrega eficiente de productos y servicios. La interdependencia de las naciones, los tratados internacionales y el comercio transfronterizo han configurado cadenas de suministro altamente integradas (Mishrif et al., 2024; Yuan & Mähönen, 2024). Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el año 2020 registró las reducciones más severas en cadenas de suministro desde la Segunda Guerra

Mundial, con una caída de hasta 12% en el comercio global durante el primer semestre del año (OCDE, 2022).

Diversos autores coinciden en que los efectos del COVID-19 fueron comparables a los de un desastre natural como un terremoto o una erupción volcánica, debido al colapso simultáneo de la oferta y la demanda (Braga da Costa Campos, 2025; Chang et al., 2022; Ivanov, 2020). Esta situación reveló vulnerabilidades estructurales que antes no se habían evidenciado: desde la escasez de materiales hasta la interrupción total de operaciones en sectores clave como el automotriz. En este contexto, se volvió evidente que las cadenas de suministro, además de conectar economías locales y globales, son pilares fundamentales para el funcionamiento económico.

Si bien prepararse por completo para una pandemia de esta magnitud es prácticamente imposible, algunos estudios sugieren que estrategias logísticas flexibles y mecanismos de cooperación entre los actores de la cadena pueden mitigar significativamente los daños (Coşkun & Erturgut, 2023; Pató & Herczeg, 2020; Rogerson et al., 2024). La comunicación efectiva, la confianza y la acción conjunta se convirtieron en factores esenciales para responder de forma proactiva a las fluctuaciones de la demanda, a problemas de calidad y al desabasto de insumos (Duong et al., 2023).

### *2.1.2 Impacto en China*

China, como epicentro inicial de la pandemia, experimentó un cierre parcial de actividades logísticas que afectó gravemente las redes de transporte marítimo, ferroviario, aéreo y terrestre. Esto generó disrupciones en el tránsito de mercancías y en la producción de bienes esenciales, incluyendo los componentes automotrices. Siendo el mayor exportador mundial de insumos como acero, aluminio, resinas plásticas y semiconductores (Ganai et al., 2023; Ortiz & Jiménez, 2023), las afectaciones en China repercutieron directamente en países dependientes como Estados Unidos, México, Japón, Alemania y Rusia.

De acuerdo con la Asociación China de Fabricantes de Automóviles (CAAM), la producción de vehículos en febrero de 2020 cayó un 79.8% respecto al mismo mes del año anterior, mientras que las ventas disminuyeron un 79.1%, siendo esta la peor contracción registrada desde que existen datos comparables (CAAM, 2020). Además, las exportaciones totales de componentes automotrices disminuyeron más de un 30% en el primer trimestre de 2020.

Uno de los impactos más severos para el sector automotriz fue la escasez global de semiconductores. Las plantas productoras —ubicadas principalmente en Asia— priorizaron la producción de semiconductores para dispositivos electrónicos, ante la creciente demanda de computadoras, tabletas y otros aparatos utilizados durante el confinamiento. Esta reasignación afectó la disponibilidad de chips para la industria automotriz, lo que obligó a diversas ensambladoras a detener temporalmente su producción.

### *2.1.3 Impacto en la producción automotriz*

A nivel industrial, varios fabricantes de equipo original experimentaron una fuerte disminución de su capacidad de producción, como resultado de la escasez de insumos y limitaciones logísticas. Aunque algunos proveedores implementaron soluciones temporales, como ajustes en rutas logísticas o cambios en proveedores, la recuperación fue lenta y desigual entre regiones.

Además, la inconsistencia en los niveles de producción afectó gravemente la gestión de inventarios a lo largo de la cadena de valor. Proveedores de primer, segundo y tercer nivel tuvieron dificultades para asegurar un suministro constante de materias primas y productos intermedios. Estas reducciones en el suministro se vieron agravadas por cuellos de botella en las barreras aduaneras, la implementación de estrictos protocolos sanitarios y la escasez de mano de obra capacitada, lo que afectó negativamente la eficiencia operativa a lo largo de la cadena de valor (Devi et al., 2023).

#### *2.1.4 Impacto en México*

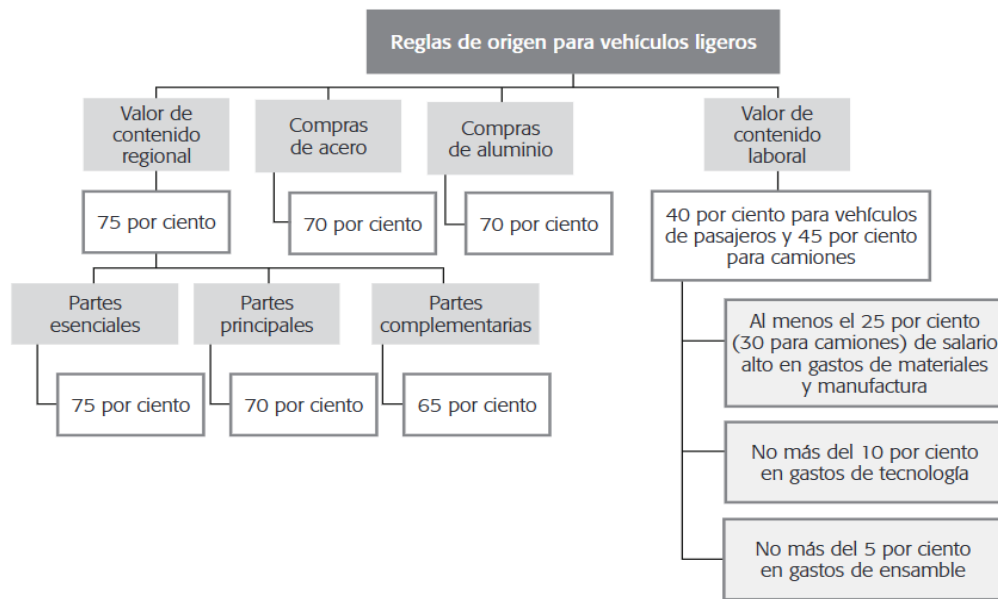
La pandemia alcanzó a México en un contexto de vulnerabilidad estructural, marcado por bajo crecimiento económico, desigualdad social y precariedad fiscal. En 2020, el Producto Interno Bruto (PIB) nacional se contrajo en un 8.5%, lo que significó la mayor caída desde 1932 (INEGI, 2021). Este retroceso afectó de manera desproporcionada a sectores industriales clave como el automotriz, que vio interrumpidas sus operaciones durante varios meses.

Además, la caída en la demanda internacional, sumada al cierre temporal de plantas, provocó la cancelación de pedidos, reconfiguración de contratos y reducción en la inversión extranjera directa (Alvarez, 2023). La industria enfrentó también nuevos desafíos regulatorios bajo el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), que coincidieron con los efectos inmediatos de la crisis sanitaria.

En resumen, el impacto del COVID-19 en la industria automotriz fue multidimensional, afectando simultáneamente la oferta y la demanda, la producción nacional e internacional, y la logística global. Estos efectos no solo reflejan la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globalizadas, sino que también evidencian la necesidad de políticas industriales resilientes ante crisis sanitarias o geopolíticas.

#### *2.1.5 Políticas comerciales de EE.UU. y su impacto en la industria automotriz*

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), vigente desde 1994, fue sustituido en julio de 2020 por el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Este nuevo acuerdo introdujo cambios significativos en las reglas de origen, condiciones laborales y medidas de cumplimiento. En el sector automotriz, se aumentaron los requisitos de contenido regional, lo que representa un reto para las plantas establecidas en México, pero también una oportunidad para fortalecer la integración productiva.



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 1. Reglas de origen**

**Fuente:** Tomado de Ruiz & Tovar (2021)

Adicionalmente, durante la administración del presidente Donald Trump, se intensificaron las amenazas arancelarias como mecanismo de presión política (Ruiz & Koutronas, 2025). En noviembre de 2022, Trump anunció su intención de buscar un segundo mandato, retomando su discurso proteccionista. Esta postura genera incertidumbre para el comercio automotriz con México, en especial ante posibles restricciones o nuevas tarifas a las importaciones.

Aunque hay una gran cantidad de estudios, tanto nacionales como internacionales, sobre los efectos tanto del COVID-19 en las cadenas de suministro, como de las políticas comerciales en la industria automotriz, la mayoría de estos trabajos han analizado estas tendencias de forma aislada. Como resultado, existe una brecha en la literatura acerca de un análisis combinado y exhaustivo de cómo la interacción de la crisis sanitaria global y los cambios en la política comercial de los Estados Unidos han influido simultáneamente en la rentabilidad y la volatilidad de las empresas de la industria automotriz en México. Esta investigación busca llenar ese vacío empírico mediante un enfoque cuantitativo.

Para profundizar en estos temas, es necesario definir los conceptos fundamentales que sustentan la investigación.

## 2.2 Marco Conceptual

### 2.2.1 *La industria automotriz en México*

La industria automotriz mexicana se ha consolidado como uno de los pilares de mayor relevancia económica a nivel nacional, representa el 35.7% de impacto económico y participación en las exportaciones manufactureras (INEGI, 2023). La estructura de este sector económico está conformada en tres niveles: fabricantes de vehículos (OEMs), proveedores de autopartes y la red de distribución/servicios postventa. Todas ellas en conjunto forman una cadena de valor importante debido a que suman regulaciones laborales y comerciales que posicionan a México dentro de un marco competitivo de gran ventaja dentro de Norte América y el mundo.

En México, el sector automotriz es un pilar estratégico en términos de economía ya que es la mayor fuente de generación de empleos directos e indirectos, durante el 2024 se registró alrededor de 900,000 empleos beneficiados por la cadena de suministro; capacitaciones de personal, desarrollo de proveedores locales y modernización tecnológica (Molina, 2024).

En México, se encuentran establecidas empresas OEMs (Original Equipment Manufacturers) ensambladoras de vehículos ligeros y pesados, y que representan el núcleo del sector automotriz (Figura 2). Estas armadoras están ubicadas dentro del territorio nacional de manera estratégica en términos de distribución de productos, cercanía con los proveedores de componentes y establecimiento de líneas de comunicación para facilitar la exportación del producto final.

Estas plantas armadoras no solo impulsan la producción nacional, sino que también representan nodos estratégicos dentro de los clústeres industriales del país, lo que permite una articulación eficiente entre fabricantes, proveedores y centros logísticos. A continuación, se presenta un resumen de las principales empresas ensambladoras establecidas en México.

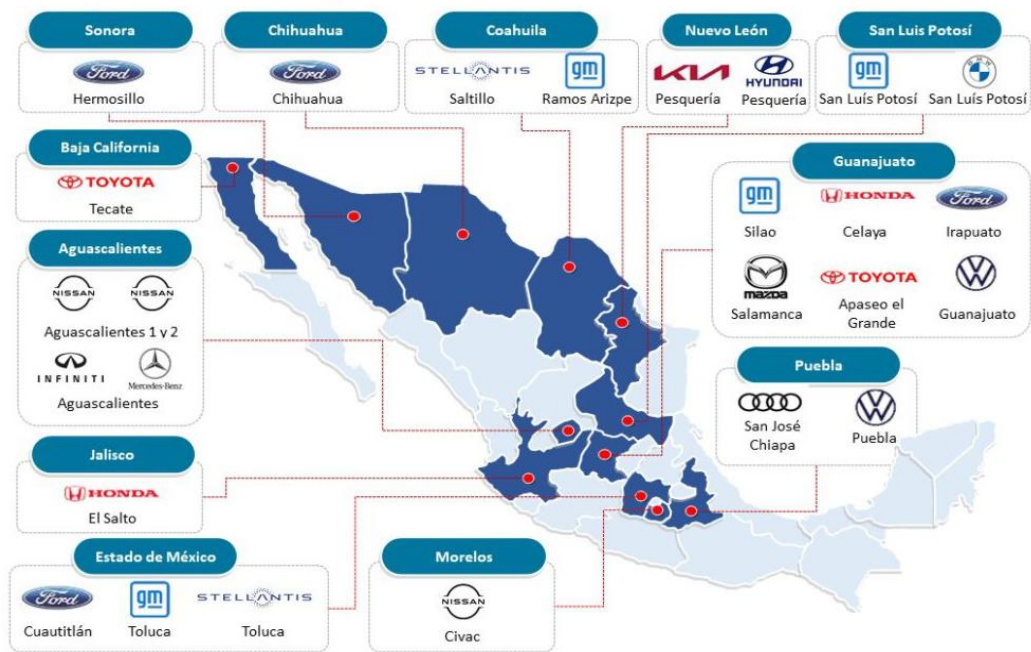


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 2. Localización de plantas

Fuente. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), 2025

México se posiciona como el séptimo productor mundial de vehículos ligeros y el principal exportador de automóviles hacia Estados Unidos (AMIA, 2024). De acuerdo con datos recientes, el 4.8% de la producción global de vehículos ligeros corresponde a México, ubicándose solo detrás de China, que lidera con una participación del 33.6%, y de Estados Unidos, con un 11.8% (Marklines, 2025b).

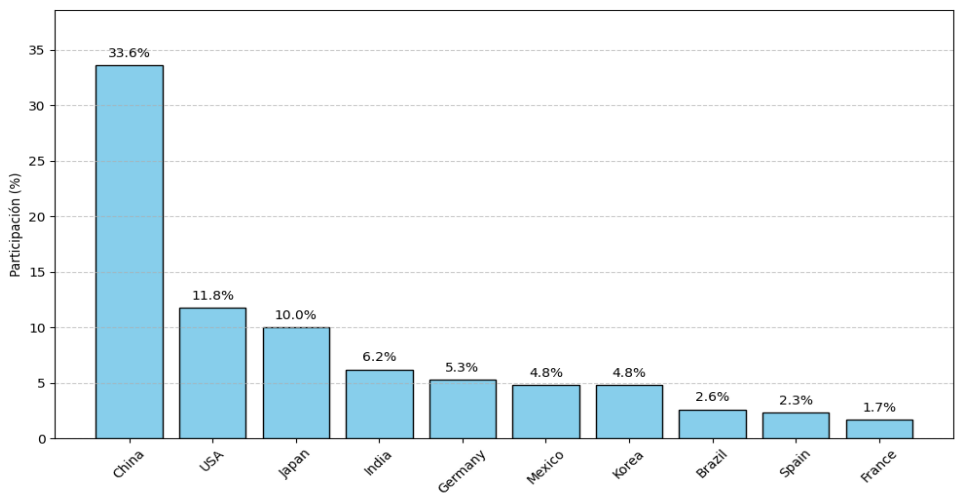


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 3. Top 10 países con mayor venta de

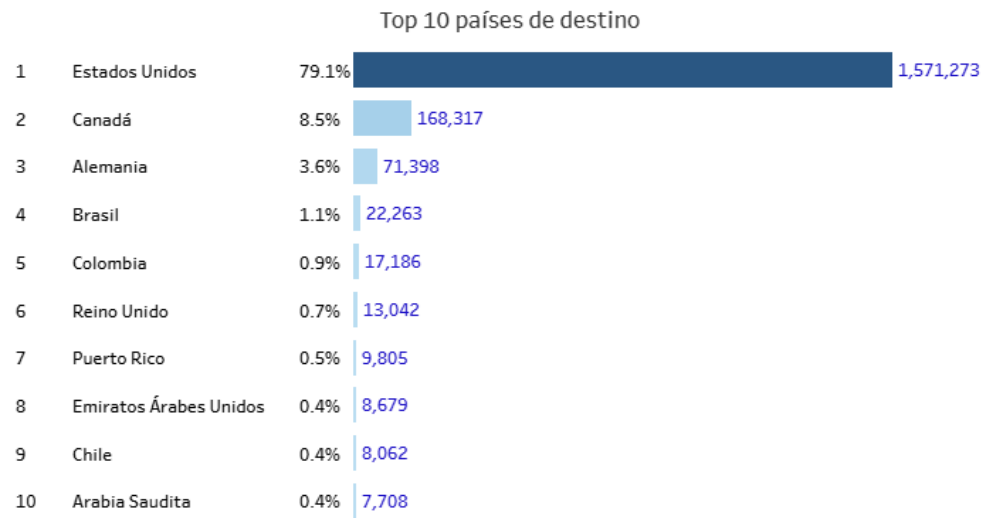
Fuente: Elaborado a partir de datos de Marlines (2025)



Las producciones nacionales durante el período de enero 2024 a julio 2024 fueron un total de 2,298,445 unidades, siendo la producción de SUV’s la más representativa con el 48.3% siendo General Motors (GM), Honda, Ford, Volkswagen (VW) y Audi las cinco manufactureras más relevantes instaladas dentro del territorio mexicano (AMIA, 2025b).

Aunque el Producto Interno Bruto (PIB) total alcanzó los \$6.66 billones de pesos mexicanos, en el cuarto trimestre de 2024 se observó un valor de \$6.79 billones. Este resultado representó una disminución del 0.62% en comparación con el trimestre inmediato anterior, pero mostró un incremento interanual del 6.7% respecto al mismo periodo de 2023 (Data México, 2025).

En cuanto a niveles de exportación, de enero 2024 a julio 2024 se exportaron un total de 1,571,273 unidades a Estados Unidos convirtiéndose en el principal destino de exportaciones de México. Estas exportaciones representan el 79.1% mientras que Canadá representa el 8.5% siendo el segundo destino de exportaciones de nuestro país (ver Figura 4).



Fuente: Tomado de AMIA, 2025a.

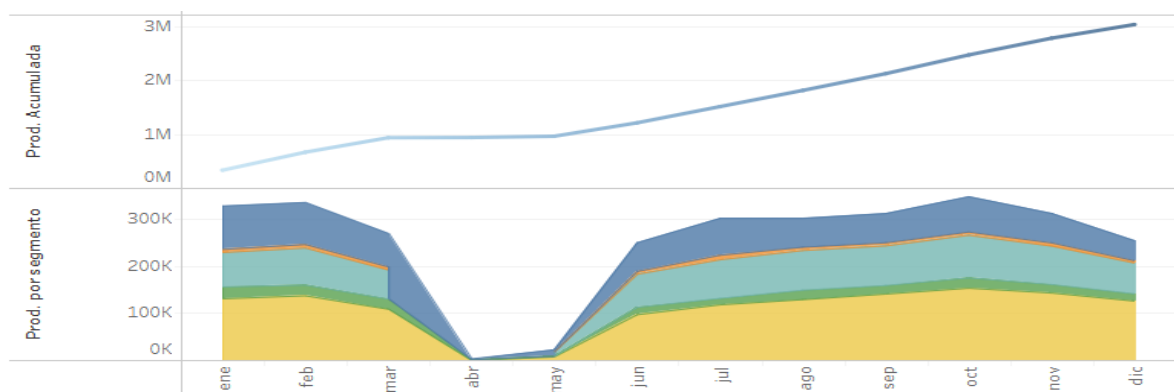
De las exportaciones a EE. UU., el segmento se divide de la siguiente manera; SUV’s un total de 778,216 (49.5%), Pick Ups 489,919 (31.2%), Compactos 283,185 (18.0%) y De Lujo 20,053 (1.3%) (AMIA, 2025a).

General Motors (GM) es la productora del modelo Equinox SUV que es exportado a EE. UU., durante el último año exportó un total de 100,963 unidades. Mientras que su competido japonés Honda exportó un total de 96,139 unidades del modelo HR-V (AMIA, 2025a). Sin embargo, este escenario podría o no cambiar drásticamente por las condiciones arancelarias que está sufriendo la industria automotriz durante la reciente Guerra Comercial entre EE. UU., y China.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), firmado en 1994, consolidó la integración productiva entre EE. UU., Canadá y México. Desde entonces, México ha atraído inversión extranjera directa mediante la instalación de fabricantes globales, lo que ha impulsado la formación de clústeres automotrices estratégicos en estados como Coahuila, Puebla y la región del Bajío —integrada por Guanajuato, San Luis Potosí, Querétaro y Aguascalientes— que hoy lideran la producción y exportación automotriz en el país.

### 2.2.2 Crisis del COVID-19 y su impacto económico

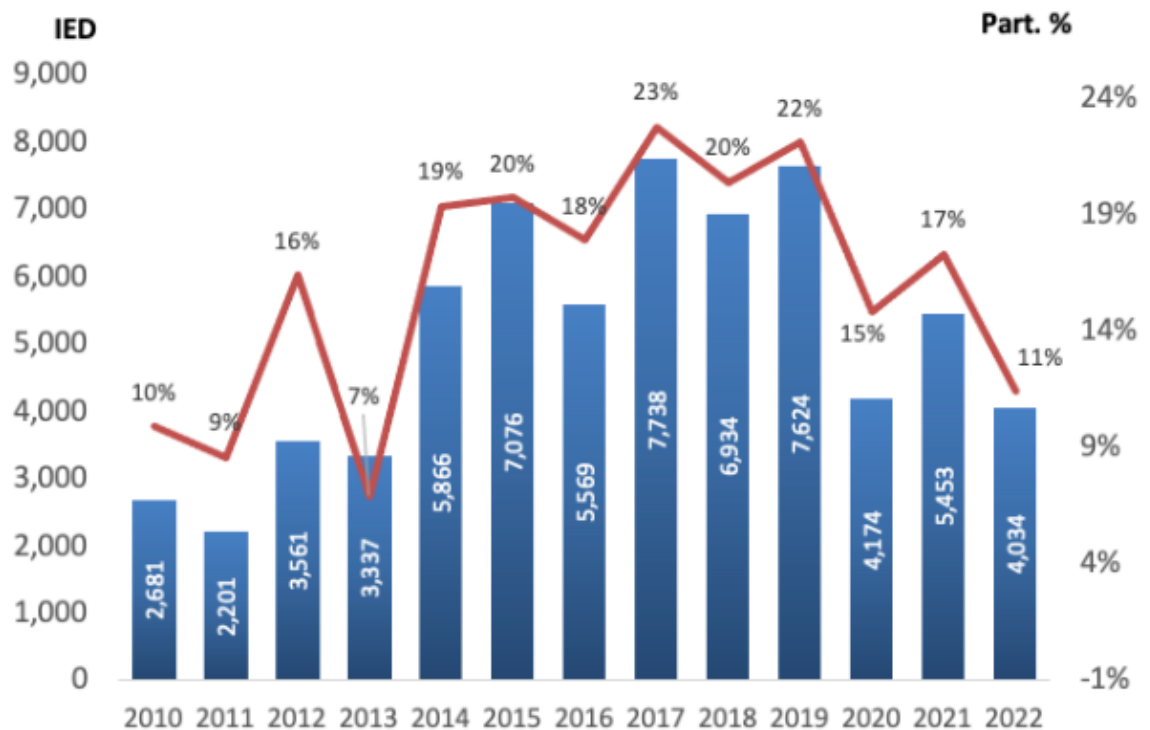
Debido a la pandemia de COVID-19, la industria automotriz en México registró una contracción económica significativa, la producción de vehículos cayó un 98.6% entre marzo y abril 2020 (Figura 5), fecha en que se decreta de manera oficial la suspensión de actividades no esenciales. Esta situación trajo consigo pérdidas a toda la cadena de valor de suministro; desde fábricas ensambladoras hasta puntos de distribución. Además, se estima que más de 100,000 empleos temporales y permanentes se vieron afectados dentro de este sector (AMIA, 2021).



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 5.** Producción mensual de vehículos por segmento en México durante 2020.  
Fuente: Tomado de AMIA, 2025c.

Por su parte, la Inversión Extranjera Directa (IED) crea un interés duradero y con fines económicos a largo plazo por parte de los inversionistas extranjeros. Estas inversiones generan el crecimiento exponencial de fuentes de empleo, desarrollo y ampliación de un ambiente competitivo en términos de inversión tecnológica.

Durante el periodo de enero a diciembre de 2020 —etapa crítica por el impacto económico de la pandemia de COVID-19— México captó un total de 28,224.6 millones de dólares en Inversión Extranjera Directa (IED), lo que representó una disminución del 18.5% en comparación con los 36,618.2 millones de dólares registrados preliminarmente en el mismo lapso de 2019. Cabe destacar que, en el quinquenio más reciente, el sector automotriz ha concentrado aproximadamente el 20% del total de flujos de IED, consolidándose como uno de los principales destinos de inversión extranjera en el país.



Fuente: Tomado de AMIA, 2022.

### 2.2.3 Políticas comerciales y T-MEC

El T-MEC ha consolidado a Norteamérica como una de las regiones más dinámicas y competitivas del mundo, y ha fortalecido los empleos y crecimiento económico entre los países de la región; México, EE. UU., y Canadá de tal manera que México representa el 25% de empleos en el sector automotriz, EE. UU., el 67% y Canadá el 8% restante (INA, 2025).

El gobierno de EE. UU., adoptó una política comercial más activa y proteccionista desde el 2017 durante la primera investidura presidencia. Desde ese período comenzó con diferentes órdenes ejecutivas de economía y comercio. Entre ellas la política arancelaria por el acero y aluminio, la cual desencadenó una serie de modificaciones al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) que dieron origen a una renegociación que dio origen al Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC).

La política arancelaria implementada por Estados Unidos ha tenido como objetivo central modificar las dinámicas de las cadenas de valor a nivel regional, imponiendo requisitos más estrictos de origen para los productos automotrices. Entre las medidas adoptadas se establece que al menos el 75% de los componentes de los vehículos debe provenir de América del Norte (México, Estados Unidos o Canadá). Asimismo, se exige que entre un 40% y 45% de los automóviles sea producido por trabajadores que reciban un salario mínimo de 16 dólares por hora. Estas disposiciones buscan frenar el traslado de operaciones a países con menores costos laborales, como México, al tiempo que refuerzan la fabricación doméstica y disminuyen la dependencia de proveedores asiáticos, particularmente de China (Carrillo et al., 2023; Chávez et al., 2019; Dávalos, 2020).

Durante el periodo reciente, el gobierno estadounidense reafirmó los aranceles anunciados en el marco de la campaña de Donald Trump, consistentes en tarifas del 25% a las importaciones provenientes de México y Canadá, y del 10% para productos originarios de China. No obstante, la entrada en vigor de estas medidas se pospuso un mes con el fin de abrir espacio para negociaciones diplomáticas con el primer ministro canadiense, Justin Trudeau, y la presidenta de México, Claudia Sheinbaum. En 2023, estas tres economías representaron

conjuntamente el 40% del comercio exterior total de Estados Unidos. Mientras que México y Canadá ampliaron su participación relativa, China experimentó una reducción del 11.1% atribuida a las crecientes tensiones geopolíticas(Aminian & Calderoni, 2024; Ortiz, 2025).

#### 2.2.4 Rentabilidad y volatilidad financiera

La rentabilidad es uno de los indicadores financieros con de mayor factibilidad para evaluar el desempeño de una empresa, ya que permite identificar la correcta gestión y optimización de los recursos y le eficiencia de estos mediante la generación de utilidades permitiendo a la empresa establecer los recursos clave para la atracción de inversionistas.

Existen distintos indicadores que permiten medir la rentabilidad desde diversas perspectivas, como el margen de utilidad, el retorno sobre activos (ROA), el retorno sobre el capital (ROE) y el EBITDA.

El *margen de utilidad neta* mide cuánto gana la empresa por cada peso o dólar vendido, es decir, la eficiencia de producción sin gastos operativos. De tal manera que es posible definir el rendimiento del negocio sin intereses ni impuestos. En el sector automotriz, el margen de utilidad suele ser más bajo que en otros sectores debido a los altos costos de producción y desarrollo (Arena et al., 2021; Frieske & Stieler, 2022; Pichler et al., 2021)

El *Retorno sobre activos (ROA)* mide la eficiencia de la empresa para generar utilidades con los recursos activos que posee. El ROA se obtiene al dividir la utilidad neta entre los activos totales. Un ROA alto indica un buen uso de los recursos disponibles. Utilidades (Arwani et al., 2024; Siswanto et al., 2022).

El *Retorno sobre capital (ROE)* mide la rentabilidad del dinero que han invertido los accionistas. En el caso de armadoras automotrices, este indicador es especialmente útil para evaluar el efecto del apalancamiento financiero. Valores altos de ROE indican una buena gestión del capital rentable (Alqsass et al., 2024; Ono Tarsono, 2021; Rábek et al., 2021).

La Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización (EBITDA) la rentabilidad operativa es útil para comparar empresas con diferentes

estructuras financieras. Dado que muchas automotrices están en procesos de transición tecnológica hacia vehículos eléctricos, el EBITDA se convierte en una herramienta clave para comparar empresas con estructuras de costos distintas (Moro-Visconti, 2022; Rajala et al., 2022)

Por otra parte, la volatilidad financiera refleja la expectativa de variabilidad en los precios activos como acciones o bonos. Una alta volatilidad generalmente indica incertidumbre o riesgo percibido por los inversionistas, lo que a menudo conduce a una menor inversión y mayor aversión al riesgo (Bajra et al., 2025; Lochstoer & Muir, 2022).

Los mercados financieros en el sector automotriz reaccionan con rapidez a las caídas de los mercados bursátiles globales, ya que pueden alterar las cadenas de suministro, los flujos de capital y las expectativas de utilidades empresariales (Jamal et al., 2024; Liu, 2024).

La industria automotriz es uno de los sectores más sensibles a la volatilidad financiera global debido a su alta dependencia del comercio internacional, las materias primas, la inversión de capital y la confianza del consumidor. Eventos como crisis económicas, tensiones comerciales o cambios en políticas monetarias suelen tener efectos inmediatos sobre los mercados financieros, afectando el valor de las acciones de empresas automotrices, sus cadenas de suministro y las decisiones de inversión. Este análisis aborda los factores que generan la volatilidad financiera en la industria automotriz y sus consecuencias.

Tanto la rentabilidad como la volatilidad son los indicadores financieros más eficientes para la complejidad global del sector automotriz, ya que en conjunto permite la creación de estrategias a corto, mediano y largo plazo usando los activos óptimos que le permita a las empresas manufactureras tener los mejor resultados ante los desafíos presentes y futuros como los que se generan ambiente interno y externo tan cambiante como el de hoy en día. Una vez establecidas las bases conceptuales, es importante analizar cómo estos factores interactúan en el contexto actual del sector automotriz.

## **2.3 Estudios sobre volatilidad en mercados financieros y su relación con políticas comerciales**

El riesgo político-comercial crea expectativas negativas sobre la rentabilidad futura de las empresas, afectando el precio de las acciones y la prima de riesgo. México, como economía abierta y altamente dependiente del comercio exterior, ha experimentado una notable sensibilidad a los cambios en las políticas comerciales internacionales debido a que está fuertemente ligada a las políticas comerciales con USA y Canadá (T-MEC). Las recientes tensiones comerciales internacionales han impactado en la fluctuación del tipo de cambio, las tasas de interés y el mercado bursátil, lo cual crea incertidumbre que impacta directamente las decisiones de inversión a largo plazo.

La relación entre volatilidad financiera y políticas comerciales es estrecha y bidireccional. Las decisiones comerciales pueden actuar como detonantes de inestabilidad en los mercados financieros, generando incertidumbre y afectando tanto la inversión privada como el crecimiento económico. Por ello, es fundamental entender como la volatilidad influye en las políticas comerciales de los países que, principalmente comparten tratados comerciales internacionales como lo es el T-MEC, y cómo llega a influir también entre países siendo las principales potencias mundiales como la Guerra Comercial entre EE. UU., y China.

La volatilidad implícita del mercado bursátil y la incertidumbre política del crecimiento empresarial generadas por el COVID-19 y las políticas arancelarias de EE. UU., generó efectos inmediatos en el sector automotriz, este sector es altamente sensible a la volatilidad financiera global debido a la dependencia con el comercio internacional, las materias primas, y la inversión de capital. Entre mayor es la volatilidad, mayor es la afectación en el valor de las acciones, la cadena de suministro y las decisiones de inversión se vuelven más complejas.

La crisis sanitaria del COVID-19 trajo consigo períodos de recesión e incertidumbre, las compañías manufactureras automotrices se vieron obligados a la reducción de los niveles de producción debido a que la demanda de vehículos

disminuyó drásticamente, el consumidor final se encontró limitado por el incremento en las tasas de interés de financiamiento (Cai & Luo, 2020; Qamar et al., 2023).

La respuesta económica a la pandemia de COVID-19 no tiene precedentes en al menos dos aspectos: primero, la brusquedad y magnitud del shock económico, más visible en la pérdida masiva de empleos; y segundo, la gravedad de la contracción económica en relación con la magnitud del shock de mortalidad.

Una de las razones de la elevada volatilidad en el sector automotriz en México fue el impacto del COVID-19, que provocó una caída de más del 23% en el PIB del sector manufacturero entre agosto de 2020 y agosto de 2021, el cual representa aproximadamente el 17% del PIB nacional.

La renegociación del TLCAN (ahora T-MEC) generaron en los mercados financieros de México una inestabilidad preocupante. La moneda mexicana es considerada una de las más líquidas entre las economías emergentes, por lo que durante cada ronda de negociación del TLCAN se impactaba el tipo de cambio peso-dólar, elevando la percepción de riesgo (P. Ruiz & Tovar, 2021)

Aunque México no figura entre las principales potencias económicas globales, el saldo positivo en su balanza comercial con Estados Unidos desde la década de 1990 lo ha convertido en un blanco potencial para medidas de presión comercial. La exigencia de renegociar o incluso eliminar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha sido utilizada como instrumento central en dicha presión. Dentro de esta dinámica de tensiones comerciales, México ocupa una posición particularmente vulnerable. El país ha atravesado un proceso de desindustrialización considerable y ha incrementado su dependencia del capital foráneo. Su función predominante como país ensamblador en la industria automotriz le ha permitido aparecer en las estadísticas comerciales como un gran exportador de tecnología, generando la percepción de un superávit comercial amplio frente a su principal socio económico (Morales et al., 2017; Puyana, 2020).

Dentro de la historia de la volatilidad en el mercado de valores se encuentra cinco grandes episodios de la volatilidad de los rendimientos realizados; ordenados por volatilidad máximo, son octubre de 1987, el desplome de la bolsa de 1929, la



pandemia de coronavirus en marzo de 2020, marzo de 1933 cerca del punto más bajo de la Gran Depresión y diciembre de 2008 durante la crisis financiera mundial.

Para responder a las tendencias y demandas del mercado, las ensambladoras alrededor del mundo han seguido diferentes estrategias con el objetivo de flexibilizarse ante la alta volatilidad del mercado, especialmente en el sector automotriz, la cual enfrenta múltiples dificultades heredadas por hechos económicos pasados que han hecho historia en el sector automotriz, y los cuáles marcaron un antes y un después en la economía global orillando a la industria automotriz adaptarse a los cambios de niveles de producción, ventas, inversión y/o presión en la industria. Entre los eventos más significativos que han puesto a prueba la capacidad de adaptación del sector automotriz ante escenarios de alta volatilidad, destacan tres episodios históricos clave que permiten ilustrar los distintos orígenes y consecuencias de estas disrupciones económicas.

### **1. La crisis del petróleo (1973 y 1979).**

La crisis del petróleo, originada por el embargo impuesto por la OPEP en 1973, provocó un aumento súbito del precio del barril de crudo de aproximadamente 3 a 12 dólares en menos de un año. Esta alza impactó severamente a la industria automotriz de Estados Unidos, al encarecer los costos de producción y modificar drásticamente las preferencias del consumidor (Yergin, 1991). Este evento histórico ha sido documentado por Yergin (1991), quien detalla el efecto del embargo petrolero sobre los precios y su repercusión global en el sector energético y manufacturero de EE.UU.

Como consecuencia, grandes compañías automotrices de capital estadounidense como General Motors (GM), Ford y Chrysler (hoy parte del Grupo Stellantis) se vieron afectadas por la entrada agresiva al mercado estadounidense de fabricantes japoneses como Honda y Toyota, cuyos vehículos más pequeños ofrecían mayor eficiencia en el consumo de combustible. Este cambio impulsó una creciente demanda de autos compactos y una marcada disminución en la preferencia por vehículos de gran tamaño.

Tabla 1. Porcentaje de mercado compartido entre EE. UU. y Japón (1960-2000).

Año	Ford	GM	Chrysler	Cobertura total Ford, GM y Chrysler	Honda	Toyota	Total	Cobertura total del mercado en EE.UU. Por competidores japoneses
1960	29.3%	45.7%	10.4%	85.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1970	28.3%	38.9%	14.9%	82.1%	0.0%	2.0%	2.0%	4.0%
1980	20.5%	44.2%	9.1%	73.8%	3.3%	6.2%	9.5%	15.7%
1990	23.8%	35.2%	12.0%	71.0%	6.0%	7.6%	13.6%	21.2%
2000	22.6%	28.0%	13.0%	63.6%	6.5%	9.1%	15.6%	24.7%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de WardsAuto (2025)

2. Crisis financiera global (2008 – 2009).

Se derivó en EE. UU., debido a una acumulación de riesgos mal gestionados, desregulación financiera y especulación en los mercados inmobiliarios. En el sector automotriz el resultado fue la contracción de los créditos, el aumento del desempleo y la caída del consumo de vehículos.

La siguiente gráfica muestra el cambio en los niveles de producción dentro del mercado de EE. UU., en el sector automotriz, dónde las ventas del 2008 fueron de 4,430,224 (MPV, Pickup, SUV's) disminuyendo abruptamente -27% en el 2009 con unas ventas de 3,254,522 (MPV, Pickup, SUV's) y recuperando en el 2010 con 4,676,464 en ventas (MPV, Pickup, SUV's) incrementando alrededor de 44%.

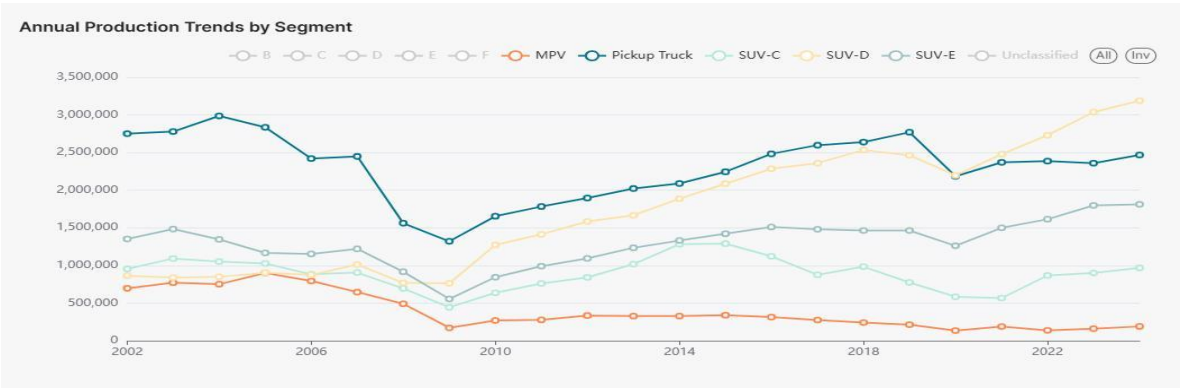


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 7. Tendencia de producción

**Fuente:** Tomado de Marklines (2025a).

**Nota:** MPV: Multi Purpose Vehicle, SUV-C: Compacto/Familiar, SUV-D: Familiar/Mediano, SUV-E: Ejecutivo/Largo.

La crisis financiera afectó gravemente a los fabricantes, especialmente en EE. UU a los tres principales fabricantes; General Motor (GM), Ford y Chrysler. Estas compañías fabricantes de automóviles sufrieron una caída de hasta 40% durante 2008 y 2009 (García & Álvarez, 2022). Ford se mantuvo sin apoyo directo mientras que GM y Chrysler tuvieron apoyo por parte del gobierno estadounidense mediante el programa TARP (Troubled Asset Relief Program), con una inyección a capital de más de 80 mil millones de dólares (Dávalos, 2017).

### **3. Disrupción por COVID-19 (2019 – 2022).**

La pandemia del COVID-19 paralizó la compleja cadena de suministro del sector automotriz y generó una caída en la producción y aumento de precios de autos nuevos y usados. La razón principal de este incremento fue una combinación de las disrupciones operativas, demanda volátil y reconfiguración del mercado para los molinos de acero en EE. UU. El impacto para las armadoras automotrices orilló a los paros de producción aunado a la reducción de demanda por parte de los consumidores finales.

Durante la segunda mitad de 2020, los molinos de acero en Estados Unidos reanudaron operaciones tras las interrupciones causadas por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, la recuperación fue lenta debido a desafíos logísticos, escasez de personal y la complejidad técnica de reiniciar los hornos industriales. Esta limitada capacidad de respuesta, junto con una demanda creciente, provocó un aumento significativo en los precios del acero. Para julio de 2021, el precio del acero laminado en caliente superó los 1,800 USD por tonelada, más del triple de su nivel promedio anterior, impactando negativamente los costos de producción en la industria automotriz.

En conjunto, estos eventos ilustran cómo los cambios en las políticas comerciales —ya sea por aranceles, renegociaciones de tratados o conflictos geopolíticos— tienen efectos inmediatos sobre la estabilidad de los mercados

financieros. Las industrias con alta exposición al comercio exterior, como la automotriz, enfrentan una mayor vulnerabilidad frente a estos choques, lo cual justifica la necesidad de analizar más específicamente el impacto financiero directo de dichas políticas.

### *2.3.1 Impacto de políticas comerciales en mercados financieros*

Los cambios en los acuerdos comerciales, como la imposición de aranceles por parte de Estados Unidos o la modificación de reglas de origen en tratados como el T-MEC, han generado históricamente inestabilidad en sectores con alta exposición al comercio internacional. Por ejemplo, el anuncio de tarifas al acero y aluminio por parte de EE.UU. afectó inmediatamente a las cadenas de suministro automotrices, elevando los costos de producción y reduciendo la rentabilidad esperada por los inversionistas, lo cual se reflejó en caídas de precios en los mercados bursátiles (Dong & Kouvelis, 2020; Klomp, 2025).

Asimismo, la guerra comercial entre EE.UU. y China provocó reacciones negativas en las bolsas globales y una reconfiguración de cadenas logísticas, impactando industrias dependientes de insumos importados como la automotriz, tecnológica y electrónica (Fan et al., 2022; Hasan khan et al., 2024).

En el contexto mexicano, estos eventos comerciales han generado ajustes abruptos en el tipo de cambio, incrementos en primas de riesgo y reducción temporal en flujos de capital hacia sectores manufactureros (Banxico, 2024). Estos efectos justifican la necesidad de incluir las políticas comerciales como variables clave para explicar la volatilidad financiera en industrias integradas a cadenas de suministro internacionales, como la automotriz.

Dado el impacto de estos factores en la volatilidad financiera, en el siguiente capítulo se detallarán los métodos de análisis utilizados para medir estos efectos en el sector automotriz mexicano. Estos antecedentes fundamentan la pertinencia de aplicar una metodología empírica robusta que permita cuantificar los efectos financieros de las políticas comerciales en la industria automotriz mexicana.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Metodología de la investigación**

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos con el fin de identificar patrones y evaluar relaciones entre variables observables. Según Hirose & Creswell (2023), el enfoque cuantitativo es adecuado cuando se busca medir de manera objetiva el efecto de ciertos fenómenos, a través de pruebas estadísticas que permitan aceptar o rechazar hipótesis previamente formuladas. En este caso, se pretende analizar el efecto de dos eventos exógenos —la pandemia del COVID-19 y las políticas comerciales de EE.UU. — sobre la rentabilidad y la volatilidad bursátil del sector automotriz en México, lo cual justifica el uso de este tipo de metodología.

La investigación no solo cuantifica los retornos anormales acumulados (CAR) y los niveles de volatilidad mediante modelos financieros, sino que también somete dichos resultados a diversas pruebas estadísticas para determinar su significancia. Asimismo, el diseño cuantitativo facilita la replicabilidad del estudio, permitiendo validar los resultados a través de múltiples técnicas estadísticas y modelos econométricos. El enfoque permite también reducir el sesgo subjetivo, ya que las conclusiones derivan de análisis empíricos aplicados sobre series de tiempo financieras, garantizando rigurosidad y consistencia en la interpretación de los datos.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño de investigación adoptado en este estudio es de tipo cuantitativo explicativo, con una orientación correlacional y de estudio de eventos, ya que permite analizar el comportamiento del mercado bursátil frente a eventos específicos que afectan al sector automotriz. En particular, se aplican modelos de estudio de eventos para medir el impacto de fechas clave (como la declaración de la pandemia, la implementación del T-MEC o el anuncio de políticas arancelarias)

en el rendimiento financiero de las empresas seleccionadas. Esta estrategia permite observar si existen cambios significativos en los retornos y la volatilidad antes, durante y después de dichos eventos.

Según Hirose & Creswell (2023), el diseño explicativo busca identificar relaciones causales entre variables. Por ello, en esta investigación se examina la relación entre los eventos externos (variables independientes) y los indicadores financieros de las empresas automotrices (variables dependientes), como la rentabilidad (medida a través de los CAR) y la volatilidad (evaluada con modelos GARCH). Se utiliza también un diseño de tipo comparativo, pues se aplican dos modelos financieros alternativos (modelo de mercado y modelo de Theil) para evaluar la robustez de los resultados. Este enfoque dual fortalece el análisis al contrastar los efectos detectados con distintas técnicas de estimación.

### **3.3 Instrumentos a trabajar**

#### *3.3.1 Estudio de Eventos*

Para evaluar el impacto de la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de Estados Unidos en la rentabilidad y volatilidad del sector automotriz en México, esta investigación aplica la metodología del Estudio de Eventos, siguiendo el enfoque clásico propuesto por MacKinlay (1997). Este enfoque permite analizar si determinados eventos han generado rendimientos anormales en los precios de las acciones de las principales empresas automotrices establecidas en México.

#### **a. Modelo de mercado y cálculo de retornos anormales**

Se utiliza el modelo de mercado, donde los retornos esperados de las acciones se estiman mediante regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) durante una ventana de estimación de 120 días previos a cada evento. El índice S&P 500 se emplea como referente del mercado global. El retorno anormal (AR) se obtiene como la diferencia entre el retorno observado de la acción y el retorno esperado según el modelo:

$$AR_{it} = R_{it} - (\alpha_i + \beta_i R_{mt})$$

Donde  $R_{it}$  es el rendimiento de la empresa  $i$  en el día  $t$ , y  $R_{mt}$  es el rendimiento del mercado. La suma de los AR durante la ventana de evento genera el retorno anormal acumulado (CAR), mientras que su promedio a nivel sectorial se reporta como CAAR.

Adicionalmente, se incorpora el modelo de Theil (Ridge Regression) como comparación metodológica alternativa, lo cual permite validar la robustez de los resultados mediante un enfoque que penaliza la multicolinealidad y mejora la estimación en presencia de alta varianza en los datos financieros.

### b. Ventana de estimación y de evento

El modelo de mercado predice los rendimientos esperados mediante una regresión lineal entre los rendimientos de las acciones y los rendimientos del mercado durante una ventana de estimación previa al evento. La relación entre la empresa y el índice de referencia se resume en dos parámetros: alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ).

No existe una regla estricta para definir la duración de las ventanas de estimación o evento en los estudios de eventos. Elegir el tamaño adecuado de la ventana de estimación es un aspecto crucial, ya que debe encontrarse un equilibrio entre la precisión en la estimación de los parámetros ( $\alpha$  y  $\beta$ ) y el riesgo de incorporar otros eventos que puedan sesgar los resultados.

Ventanas de estimación más largas mejoran la precisión estadística, pero también incrementan el riesgo de incluir eventos ajenos al análisis. En esta investigación, se utilizó una ventana de estimación de 120 días bursátiles previos al evento (T-150 a T-30), y se definieron múltiples ventanas de evento que van desde ventanas estrechas de corto plazo (-1, +1) hasta ventanas extendidas de largo plazo (-30, +30).



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 8.** Línea de tiempo de la ventana de estimación y

**Fuente:** Elaboración propia.

### c. Pruebas de significancia estadística

Para evaluar si los rendimientos anormales observados son estadísticamente significativos y atribuibles a los eventos analizados (pandemia, cierre económico, reapertura, T-MEC y políticas comerciales de EE.UU.), esta investigación emplea una batería de pruebas paramétricas y no paramétricas, tanto a nivel individual como agregado. Estas pruebas permiten confirmar o rechazar la hipótesis nula de que los eventos no tuvieron efecto sobre los precios de las acciones.

### 1. Prueba t de Student (Standard t-test)

La prueba t clásica es ampliamente utilizada en estudios de eventos para contrastar si el retorno anormal medio o acumulado (AR o CAR) es significativamente diferente de cero. Esta prueba asume que los retornos anormales siguen una distribución normal. La estadística t se calcula dividiendo el retorno anormal entre su desviación estándar, estimada en la ventana de estimación:

Para retornos anormales individuales:

$$t_{AR_{it}} = \frac{AR_{it}}{S_{AR_{it}}}, \text{ con } t \sim t_{M_i-K}$$

Para retornos anormales acumulados:

$$t_{CAR_i} = \frac{CAR_i}{S_{CAR_i}}$$

$$\text{Donde: } S_{CAR_i}^2 = L_2 * S_{AR_i}^2, \quad t \sim t_{M_i-K}$$

Siendo  $L_2$  la longitud de la ventana de evento y  $M_i$  el número de observaciones en la ventana de estimación. Esta prueba es válida bajo condiciones de normalidad y homocedasticidad.

### 2. Prueba de Patell

Desarrollada por Patell (1976), esta prueba es una extensión del t-test que ajusta el error estándar para considerar el hecho de que los rendimientos anormales en la ventana de evento son predicciones fuera de muestra. La estadística se



construye sobre los retornos anormales estandarizados y su varianza corregida, con base en los errores de predicción estimados en la ventana de estimación:

$$z = \frac{ASAR_0}{S_{ASAR}}, \text{ con } ASAR_0 = \sum_{i=1}^n SAR_{i,0}$$

Donde cada retorno anormal estandarizado  $SAR_{i,0}$  se calcula como:

$$SAR_{i,0} = \frac{AR_{i,0}}{\hat{\sigma}_{AR_{i,0}}}$$

y su desviación estándar corregida es:

$$\hat{\sigma}_{AR_{i,0}}^2 = \hat{\sigma}_{AR_i}^2 \left( 1 + \frac{1}{M_i} + \frac{(R_{m,0} - \underline{R}_m)^2}{\sum_{t=T_0}^{T_1} (R_{m,t} - \underline{R}_m)^2} \right)$$

con:

$$\underline{R}_m = \frac{1}{L_1} \sum_{t=T_0}^{T_1} R_{m,t}$$

donde  $R_{m,t}$  representa el rendimiento del mercado en el día  $t$ , y  $M_i$  es el número de observaciones para la empresa  $i$  en la ventana de estimación.

La varianza del estadístico bajo la hipótesis nula es:

$$S_{ASAR}^2 = \sum_{i=1}^N \frac{M_i - 2}{M_i - 4}$$

Para rendimientos acumulados promedio:

$$z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \frac{CAR_i}{\hat{\sigma}_{CAR_i}}, \text{ donde } \hat{\sigma}_{CAR_i}^2 = L_2 * \frac{M_i - 2}{M_i - 4} * \sigma_{AR_i}^2$$

### 3. Prueba Generalizada de Rango (Generalized Rank Test)

Desarrollada por Kolari & Pynnonen (2011), esta prueba no paramétrica es especialmente útil para detectar efectos en presencia de asimetría o colas pesadas en la distribución de los rendimientos anormales. Ordena y estandariza los rendimientos anormales, y evalúa si existe una desviación significativa respecto a una distribución esperada bajo la hipótesis nula.

La estadística  $t$  del test se calcula como:

$$t = Z \cdot \sqrt{\frac{L_1 - 1}{L_1 - Z^2}}, \quad \text{donde} \quad Z = \frac{U_{L_1+1}}{S_{\bar{U}}}$$

$U_{L_1+1}$ : Promedio de los rangos estandarizados en el tiempo  $L_1 + 1$  (es decir, el evento).

$S_{\bar{U}}$ : Desviación estándar de los promedios de los rangos.

El estadístico  $t$  sigue aproximadamente una distribución  $t \sim t_{L_1-1}$ . La prueba puede aplicarse tanto a rendimientos anormales promedios (AAR) como acumulados (CAAR), y es particularmente robusta ante la presencia de correlación cruzada y volatilidad inducida por eventos.

### 4. Prueba Transversal (Cross-Sectional Test)

Esta prueba paramétrica es adecuada cuando se analiza un evento común que afecta a múltiples empresas. Evalúa si el promedio transversal de los rendimientos anormales o acumulados es estadísticamente diferente de cero.

Para rendimientos anormales promedio (AAR):

$$t = \frac{\sqrt{N} * AAR_0}{S_{AAR,0}} \quad \text{con} \quad S_{AAR,0}^2 = \frac{1}{N-1} * \sum_{i=1}^N (AR_{i,0} - AAR_0)^2$$

Para rendimientos acumulados promedio (CAAR):

$$t = \frac{\sqrt{N} * CAAR}{S_{CAAR}} \quad \text{con } S_{CAAR}^2 = \frac{1}{N-1} * \sum_{i=1}^N (CAAR_i - CAAR)^2$$

Bajo la hipótesis nula, ambas estadísticas siguen una distribución t de Student con  $N - 1$  grados de libertad. Este enfoque es ideal para detectar impactos sistemáticos del evento en la muestra analizada.

### 5. Prueba de Signo Generalizada (Generalized Sign Test)

Propuesta por Cowan (1992), esta prueba no paramétrica permite evaluar si la proporción de rendimientos anormales positivos en la ventana de evento difiere significativamente de lo esperado bajo condiciones normales. A diferencia de la prueba de signo clásica, la versión generalizada compara contra la proporción histórica de rendimientos positivos observada durante la ventana de estimación.

La estadística z se calcula como:

$$z = \frac{w - N * \hat{p}}{\sqrt{N * \hat{p}(1 - \hat{p})}}$$

Donde:

$w$ : Número de rendimientos anormales positivos durante la ventana de evento.

$N$ : número total de observaciones (empresas o eventos).

$\hat{p}$ : proporción de rendimientos positivos durante la ventana de estimación (condiciones normales).

Esta prueba es útil para detectar efectos direccionales (positivos o negativos) sin asumir normalidad ni homocedasticidad.

### 6. Prueba de Permutación (Permutation Test)

Propuesta por Nguyen & Wolf (2023), esta prueba no paramétrica permite evaluar la significancia estadística de los rendimientos anormales sin asumir normalidad, lo cual la hace particularmente robusta frente a distribuciones sesgadas o con colas pesadas.

A diferencia de las pruebas paramétricas tradicionales, el test de permutación genera una distribución empírica del estadístico mediante la reordenación aleatoria (resampling) de los datos observados. Se calcula cuántas veces una permutación aleatoria produce un estadístico igual o más extremo que el valor observado:

$$p - value = \frac{\#\{estadísticos\ permutados \geq observado\}}{total\ de\ permutaciones}$$

Este enfoque es especialmente útil para ventanas de evento pequeñas, datos con outliers o rendimientos anormales no normalmente distribuidos. Su principal desventaja es el costo computacional elevado cuando se utilizan muchas permutaciones.

### 3.3.2 Modelo GARCH para análisis de volatilidad financiera

El modelo GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), propuesto por Bollerslev (1986) como una extensión del modelo ARCH de Engle (1982), permite modelar la volatilidad condicional en series financieras, caracterizadas comúnmente por heterocedasticidad, colas gruesas y agrupamiento de volatilidad (volatility clustering). Estas características son especialmente frecuentes en los mercados financieros en contextos de alta incertidumbre, como durante la crisis del COVID-19 o en periodos de tensión comercial.

Uno de los supuestos del Modelo Lineal Clásico es la homocedasticidad (varianza constante de los errores), lo cual rara vez se cumple en el análisis de retornos bursátiles. En el caso de las acciones del sector automotriz, es común observar que las variaciones grandes en los precios son seguidas por otras grandes, y las pequeñas por otras pequeñas, evidenciando un comportamiento de volatilidad persistente.

El modelo GARCH (p,q) captura esta dinámica al definir la varianza condicional como una función de los errores pasados y de sus propias varianzas pasadas:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Donde:

- $\sigma_t^2$  es la varianza condicional del retorno en el tiempo  $t$ ,
- $\varepsilon_t$  son los residuos del modelo de media,
- $\omega > 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0$
- $p$  y  $q$  son los órdenes del modelo GARCH, respectivamente.

Este modelo será aplicado para evaluar la evolución de la volatilidad en las acciones de las principales empresas automotrices en México, considerando eventos como la declaración de la pandemia, los cierres industriales y el endurecimiento de políticas comerciales por parte de Estados Unidos.

#### **a. Prueba de raíz unitaria ADF (Augmented Dickey-Fuller)**

Antes de aplicar modelos de series de tiempo como GARCH, es indispensable verificar la estacionariedad de los datos financieros. La prueba de raíz unitaria más utilizada para este propósito es la prueba aumentada de Dickey-Fuller (ADF), que permite detectar la presencia de raíces unitarias en una serie temporal. Esta condición implica que la serie no es estacionaria, lo que puede sesgar los resultados en modelos de predicción de volatilidad (Asteriou & Hall, 2021; Gujarati & Porter, 2009). La prueba ADF parte de la siguiente especificación general:

$$\Delta Y_t = \alpha + \gamma t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-i} + v_t$$

Donde:

$\Delta Y_t$  es el primer diferenciado de la serie,

$\alpha$  es una constante (intercepto),

$\gamma t$  representa una tendencia determinista (opcional),

$\delta$  es el coeficiente clave para probar si la serie tiene raíz unitaria,

$\beta_i$  son los coeficientes de los rezagos de la serie diferenciada, que se incluyen para corregir autocorrelación serial en los residuos,

$v_t$  es un término de error con media cero y varianza constante.

La hipótesis nula es que la serie tiene una raíz unitaria ( $H_0: \delta = 0$ ), es decir, es no estacionaria. La hipótesis alternativa ( $H_0: \delta < 0$ ) indica que la serie es estacionaria. El valor de la estadística t calculado para  $\delta$  se compara con los valores críticos de Dickey-Fuller o MacKinnon. Si el valor absoluto de la t estadística es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la serie es estacionaria (Fowler et al., 2024; Sam et al., 2025).

Un aspecto clave en la prueba ADF es la selección óptima del número de rezagos  $p$ . Incluir demasiados puede reducir el poder de la prueba, mientras que incluir pocos puede dejar residuos autocorrelacionados. Para resolver esto, se utilizan criterios de información como el AIC (Akaike Information Criterion) o el BIC (Bayesian Information Criterion), que equilibran el ajuste del modelo con la penalización por complejidad (Akaike, 1974; Cohen & Berchenko, 2021; Harbecke et al., 2024).

En esta investigación, la prueba ADF se utiliza para verificar la estacionariedad de las series de retornos y volatilidades de las empresas automotrices antes de la estimación de los modelos GARCH. Solo si las series son estacionarias se justifica el uso de estos modelos, pues los supuestos de GARCH requieren que la media sea constante y la varianza condicional cambie con el tiempo (Horváth et al., 2025; Nouman et al., 2022).

#### **b. Validación del modelo GARCH**

Una vez estimado el modelo, se aplican diversas pruebas para validar su especificación:

**Prueba ARCH-LM:** Verifica si existe heterocedasticidad condicional no capturada en los residuos. La hipótesis nula plantea ausencia de efectos ARCH.

**Diagnóstico de residuos:** Se analiza si los residuos estandarizados cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y ausencia de autocorrelación. Para ello se utilizan:

- **Prueba de Jarque-Bera:** Evalúa la normalidad.
- **Correlograma de residuos (ACF/PACF):** Revisa autocorrelación.
- **Pruebas Ljung-Box Q y Q<sup>2</sup>:** Diagnostican autocorrelación de residuos y de residuos al cuadrado.

La selección del modelo óptimo se basa en criterios de información (AIC, BIC) y en la evaluación del comportamiento de los residuos.

### *3.3.3 Modelo XGBoost para clasificación de impacto*

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) es un algoritmo de aprendizaje automático basado en árboles de decisión, introducido por Chen & Guestrin (2016), que ha ganado reconocimiento en la comunidad científica por su precisión y eficiencia en tareas de clasificación y predicción. Este modelo pertenece a la familia de métodos de boosting por gradiente, y se caracteriza por incorporar mejoras clave en términos de velocidad, regularización y tratamiento de valores faltantes (Boschetti & Massaron, 2016; Wade & Glynn, 2020). Entre sus principales ventajas se encuentran:

- La inclusión de funciones de regularización L1 (Lasso) y L2 (Ridge), que ayudan a prevenir el sobreajuste.
- Soporte para procesamiento en paralelo y cómputo distribuido, lo que incrementa la eficiencia computacional.
- Capacidad para manejar valores faltantes de forma automática durante la partición de nodos.
- Implementación de poda de árboles basada en beneficio negativo.
- Validación cruzada interna para determinar el número óptimo de iteraciones.

Se eligió XGBoost por su capacidad para manejar relaciones no lineales entre los factores exógenos y el comportamiento financiero, lo cual complementa los modelos econométricos tradicionales usados en la literatura.

En XGBoost, el modelo se construye de forma aditiva, es decir, cada árbol se incorpora para corregir los errores cometidos por el modelo anterior. La función objetivo que minimiza el algoritmo incluye tanto el error de predicción como un término de regularización:

$$\min \left\{ \sum l(y_i, \hat{y}_i) + \sum \Omega(f_t) \right\}$$

Donde:

$l(y_i, \hat{y}_i)$  mide la diferencia entre el valor real y el predicho.

$\Omega(f_t)$  representa la penalización por complejidad del modelo.

$f_t$  es el árbol de decisión en la iteración  $t$ .

Esta investigación implementa el modelo XGBoost con el objetivo de clasificar el impacto de eventos económicos (COVID-19, políticas arancelarias) en la rentabilidad y volatilidad de las empresas del sector automotriz. A partir de las salidas de los modelos de evento y GARCH, se construye una matriz de predictores con variables como CAR,  $\sigma^2$ , volumen, beta, capitalización bursátil y otras características de mercado.

El modelo se entrena utilizando validación cruzada y ajuste de hiperparámetros, evaluando su desempeño con métricas como precisión, F1-score y matriz de confusión. Se aplicó validación cruzada K-Fold con  $k=5$  para mitigar el sobreajuste y garantizar la generalización del modelo en diferentes subconjuntos de datos. Esto refuerza la capacidad del modelo para generar predicciones confiables, incluso ante estructuras complejas de datos y multicolinealidad residual. Esta metodología permite identificar patrones no lineales y relaciones complejas entre los factores económicos externos y el desempeño bursátil de las empresas.

### 3.4 Población

La población de estudio está conformada por todas las empresas del sector automotriz que operan en México y que cotizan en mercados bursátiles reconocidos, particularmente en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y en bolsas internacionales



como NYSE o Nasdaq. Estas empresas comparten características comunes: su actividad principal está vinculada con la fabricación, ensamble o distribución de vehículos y autopartes, y tienen participación activa en el comercio exterior, principalmente con Estados Unidos.

El análisis se centra en las empresas cuyo desempeño bursátil pudo haber sido afectado por eventos exógenos como la pandemia del COVID-19, el cierre de actividades económicas, la firma del T-MEC y las políticas arancelarias de Estados Unidos, dada su fuerte dependencia del comercio binacional.

### 3.5 Muestra

Se utilizaron los precios diarios de las acciones de catorce empresas automotrices con operaciones en México, cotizadas en distintos mercados bursátiles internacionales, durante el periodo 2019-2024. Adicionalmente, se consideró el índice S&P 500 como referente del mercado global. Los datos fueron recolectados de Yahoo! Finance, Refinitiv y Bloomberg. No se incluyeron acciones con información incompleta o que dejaron de cotizar durante el periodo de estudio.

**Tabla 2.** Empresas seleccionadas para el análisis

No.	Símbolo	Empresa	País de cotización / Bolsa
1	GM	General Motors	EE.UU. (NYSE)
2	F	Ford Motor Company	EE.UU. (NYSE)
3	TM	Toyota Motor Corporation	Japón (NYSE)
4	VOW3.DE	Volkswagen AG	Alemania (XETRA)
5	7201.T	Nissan Motor Co. Ltd.	Japón (TSE)
6	BMW.DE	Bayerische Motoren Werke AG	Alemania (XETRA)
7	STLA	Stellantis N.V.	EE.UU. / Europa (NYSE / Euronext)
8	TSLA	Tesla Inc.	EE.UU. (NASDAQ)
9	KUOA.MX	Kia México	México (BMV)
10	ALFAA.MX	Alfa S.A.B. de C.V.	México (BMV)
11	MZDAY	Mazda Motor Corporation	Japón (OTC)
12	RNON.MX	Renault México	México (BMV)
13	BCCMY	BAIC Motor Corporation Ltd.	China (OTC)
14	600418.SS	Jianghuai Automobile Group (JAC)	China (SSE)

**Fuente:** Elaboración propia

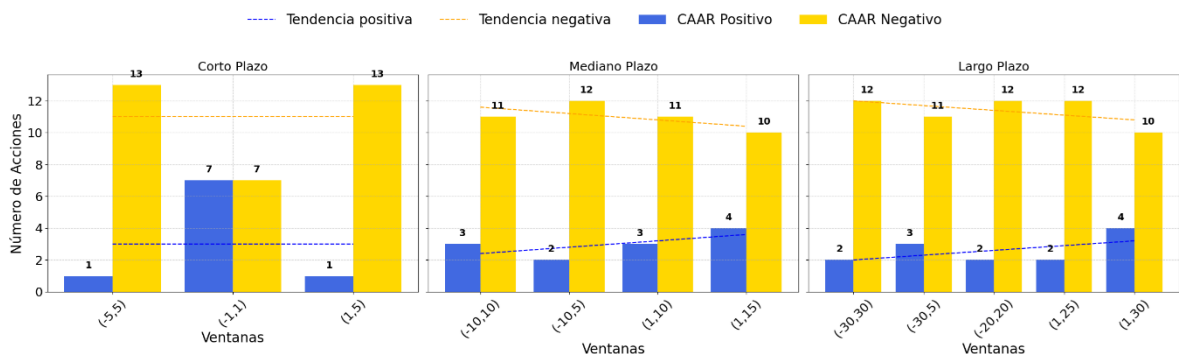
## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análisis descriptivo de los retornos anormales

Este apartado presenta un análisis exploratorio del comportamiento agregado de los retornos anormales acumulados promedio (CAAR) observados en el sector automotriz ante distintos eventos exógenos registrados entre 2020 y 2023. A través de la descomposición por ventanas temporales de corto, mediano y largo plazo, se busca identificar patrones comunes o divergentes en la dirección y magnitud de la respuesta bursátil ante shocks externos como la declaración de pandemia por la OMS, el cierre y la reapertura económica en México, la entrada en vigor del T-MEC y el anuncio de nuevas políticas arancelarias por parte de EE.UU.

Para cada evento se ha construido una visualización que clasifica a las empresas en función de si registraron un CAAR positivo o negativo, permitiendo detectar tendencias predominantes y posibles asimetrías de impacto. Estas figuras no solo revelan el alcance inmediato y persistente de los eventos sobre la rentabilidad accionaria, sino que también permiten establecer diferencias relevantes según el horizonte temporal de análisis.

Las siguientes figuras ilustran estos resultados, comenzando con el evento Pandemia anunciada por la Organización Mundial de la Salud (OMS).



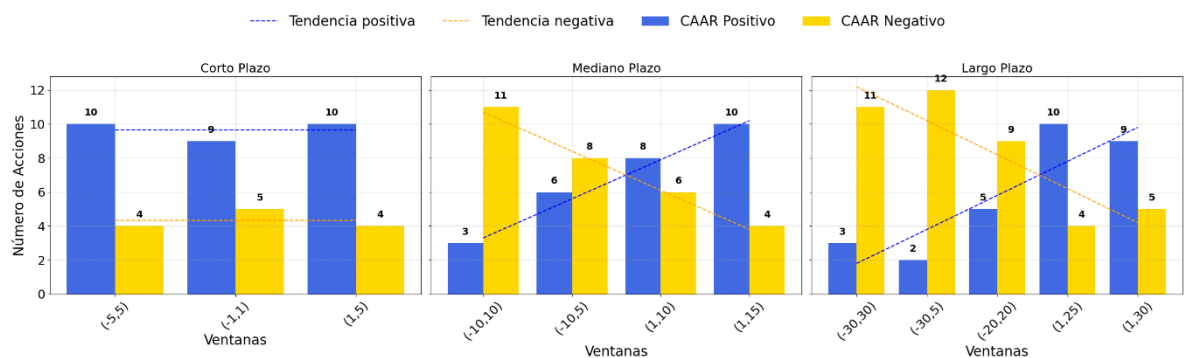
Fuente: Elaboración propia

La Figura 9 muestra la distribución del número de empresas con CAAR positivo y CAAR negativo en tres horizontes temporales: corto, mediano y largo plazo. Se aprecia que, en todas las ventanas, predominan los efectos negativos, lo cual

sugiere una reacción adversa generalizada del mercado ante el anuncio del evento pandémico. Específicamente, en las ventanas de corto  $(-5, +5)$ ,  $(-1, +1)$  y  $(1, +5)$ , se observa un desequilibrio importante a favor de los CAAR negativos, alcanzando hasta 13 de 14 observaciones en los extremos. Esta asimetría se suaviza levemente a medida que se amplía el horizonte temporal, pero la tendencia negativa persiste incluso en el largo plazo.

Las líneas punteadas indican la evolución de la tendencia dentro de cada grupo de ventanas. En todos los plazos se identifica un leve cambio hacia valores positivos conforme se avanza en el tiempo, aunque este ajuste es insuficiente para revertir el predominio del impacto negativo. Esta dinámica puede interpretarse como un efecto de corrección o adaptación del mercado ante el shock inicial.

En suma, el análisis descriptivo preliminar confirma que el evento de la Pandemia tuvo un efecto negativo inmediato y persistente sobre los rendimientos de las empresas automotrices. La consistencia del patrón negativo en distintos marcos temporales refuerza la hipótesis de un impacto sistemático adverso, cuya intensidad y duración serán analizadas con mayor profundidad en los apartados subsiguientes.



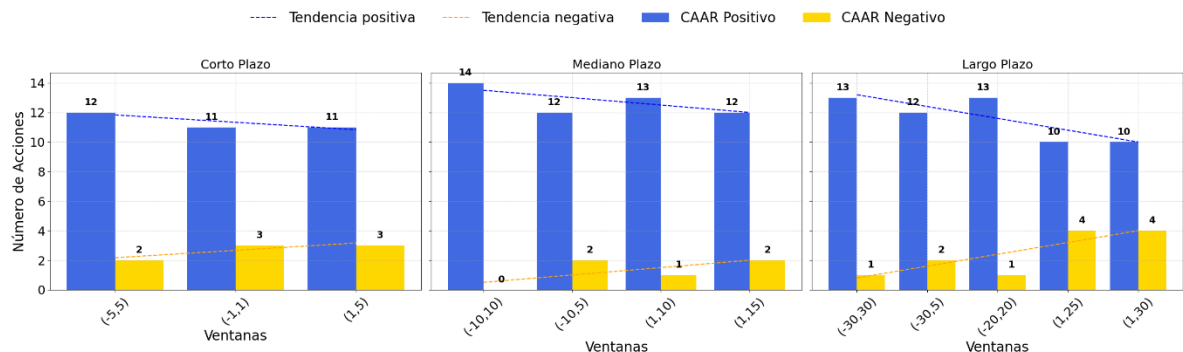
**Fuente:** Elaboración propia

La Figura 10 muestra una respuesta claramente diferenciada del sector automotriz mexicano ante el anuncio del cierre nacional derivado de la emergencia sanitaria. A corto plazo, se observa una distribución simétrica con 10 empresas exhibiendo

retornos anormales positivos frente a solo 4 con impactos negativos, lo que sugiere una reacción inicial contraintuitiva o de resiliencia temporal frente al evento adverso. En las ventanas de mediano plazo, la tendencia se torna más balanceada, con una distribución casi equitativa de CAAR positivos y negativos. Esto podría reflejar un proceso de ajuste informativo, donde el mercado internaliza progresivamente los efectos económicos reales del cierre de actividades no esenciales.

A largo plazo, se aprecia una consolidación de una perspectiva más optimista: el número de empresas con CAAR positivos continúa en aumento, mientras que las que mantienen impactos negativos se reducen de manera sostenida. La pendiente creciente en la línea de tendencia de largo plazo confirma una recuperación parcial de expectativas en torno al desempeño futuro del sector automotriz ante medidas de cierre temporales.

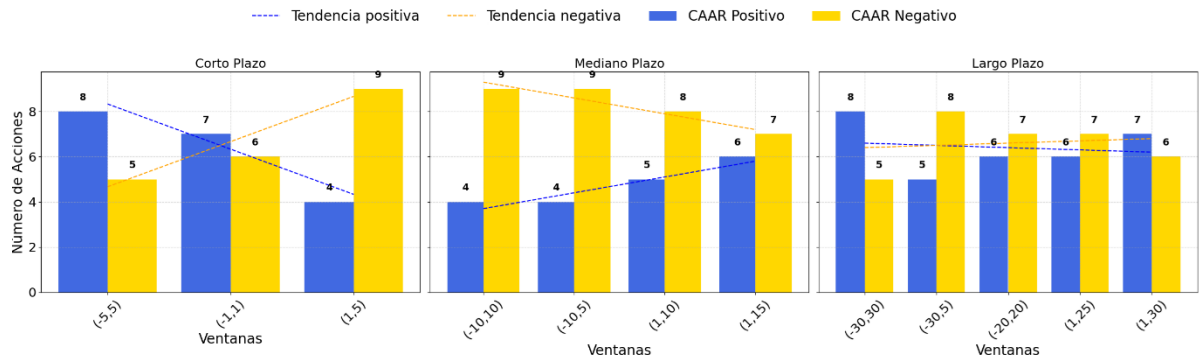
Estos resultados contrastan con la figura anterior (Pandemia\_OMS), en la que predominaban las reacciones negativas. En este caso, el evento Cierre\_MX parece haber generado una menor percepción de riesgo sistémico inmediato, lo que podría estar asociado a factores como la anticipación de medidas de estímulo o expectativas de reapertura a corto plazo.



**Fuente:** Elaboración propia

La Figura 11 muestra una respuesta marcadamente positiva del sector automotriz tras el anuncio de la reapertura económica en México. A lo largo de los tres horizontes temporales considerados —corto, mediano y largo plazo—, se observa una clara mayoría de empresas con retornos anormales acumulados positivos. En particular, durante el mediano plazo, la totalidad de las firmas muestra CAAR positivos, lo que refuerza la idea de una recuperación anticipada y generalizada. La

línea de tendencia descendente en los CAAR negativos y la ascendencia sostenida en los positivos corroboran una reversión en la percepción de riesgo, lo que sugiere una transición hacia un entorno de mayor certidumbre y expectativas favorables respecto al desempeño financiero del sector.



**Figura 12.** Distribución de CAAR por ventana temporal – Evento: Trump\_Aranceles  
**Fuente:** Elaboración propia

En contraste, la Figura 12 exhibe un panorama mucho más ambiguo ante el anuncio de nuevas medidas arancelarias por parte del gobierno estadounidense. Si bien en el corto plazo se evidencia una mayoría de empresas con CAAR positivos, esta relación se invierte gradualmente conforme se amplía el horizonte temporal. En el largo plazo, el balance entre empresas con efectos positivos y negativos tiende al equilibrio, con un ligero predominio de las segundas. Esta evolución sugiere que, aunque el evento pudo haber sido inicialmente percibido como neutral o incluso irrelevante, en el tiempo emergen señales de escepticismo, posiblemente relacionadas con la incertidumbre respecto a la implementación efectiva de las medidas o a su impacto real sobre la cadena de suministro regional.

En suma, el análisis descriptivo de los CAAR sugiere que la rentabilidad del sector automotriz respondió de forma diferenciada según la naturaleza del evento exógeno. Mientras que la declaración de pandemia provocó una reacción negativa inmediata y persistente, la reapertura económica fue recibida con amplio optimismo. En cambio, los eventos vinculados a decisiones de política comercial, como el cierre nacional y los anuncios arancelarios, generaron respuestas mixtas marcadas por la incertidumbre. Estos hallazgos preliminares sientan las bases para el análisis

inferencial posterior mediante modelos GARCH (1,1) y técnicas de aprendizaje automático.

## **4.2. Análisis del impacto de eventos exógenos en la rentabilidad del sector automotriz**

### *4.2.1 Impacto de la declaración de la pandemia por la OMS*

En el caso del evento correspondiente a la declaración oficial de pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020, se observan efectos negativos consistentes en los retornos anormales acumulados (CAAR) del sector automotriz. Tanto el modelo de mercado (OLS) como el modelo de Theil muestran caídas en los precios de las acciones en la mayoría de las ventanas de evento analizadas, lo que sugiere que la noticia generó una percepción negativa significativa entre los inversionistas.

En las ventanas simétricas alrededor del evento, como  $(-10, +10)$ ,  $(-5, +5)$  y  $(-1, +1)$ , se registran CAAR negativos, destacando especialmente la ventana  $(-5, +5)$ , donde el modelo de Theil alcanza un CAAR de  $-3.09\%$  y el modelo OLS de  $-1.29\%$ . En estas ventanas, las pruebas t de Student (J1) y de Patell (J2) arrojaron estadísticos con significancia estadística al 1% y 5% en ambos modelos, lo que indica que el efecto negativo fue sistemático y no aleatorio. La prueba de signo generalizada (J3) también mostró valores negativos relevantes, superando el umbral de significancia convencional de  $-1.64$  en varias ventanas, lo cual refuerza la evidencia de un impacto adverso.

Sin embargo, la prueba de permutación (J4), basada en la generación de una distribución empírica mediante reordenamientos aleatorios, no detectó significancia estadística en la mayoría de las ventanas, lo que sugiere que el efecto promedio, aunque negativo, puede no ser robusto frente a perturbaciones no paramétricas. Esto puede atribuirse a la alta volatilidad del mercado en ese periodo y al ruido estadístico provocado por la incertidumbre global.

Este comportamiento es consistente con el contexto de elevada aversión al riesgo que predominó en los mercados financieros globales tras la declaración de pandemia. En particular, el sector automotriz, altamente expuesto al comercio

internacional y dependiente de cadenas de suministro globales, fue percibido como vulnerable ante disrupciones operativas, cierres fronterizos y caída en la demanda. La intensidad del impacto en las ventanas más próximas al evento evidencia una reacción inmediata del mercado, mientras que la falta de significancia en la prueba de permutación sugiere que dicho efecto, aunque relevante, estuvo acompañado de un alto grado de ruido y heterogeneidad entre empresas.

**Tabla 3.** Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento de anuncio de la pandemia por COVID-19.

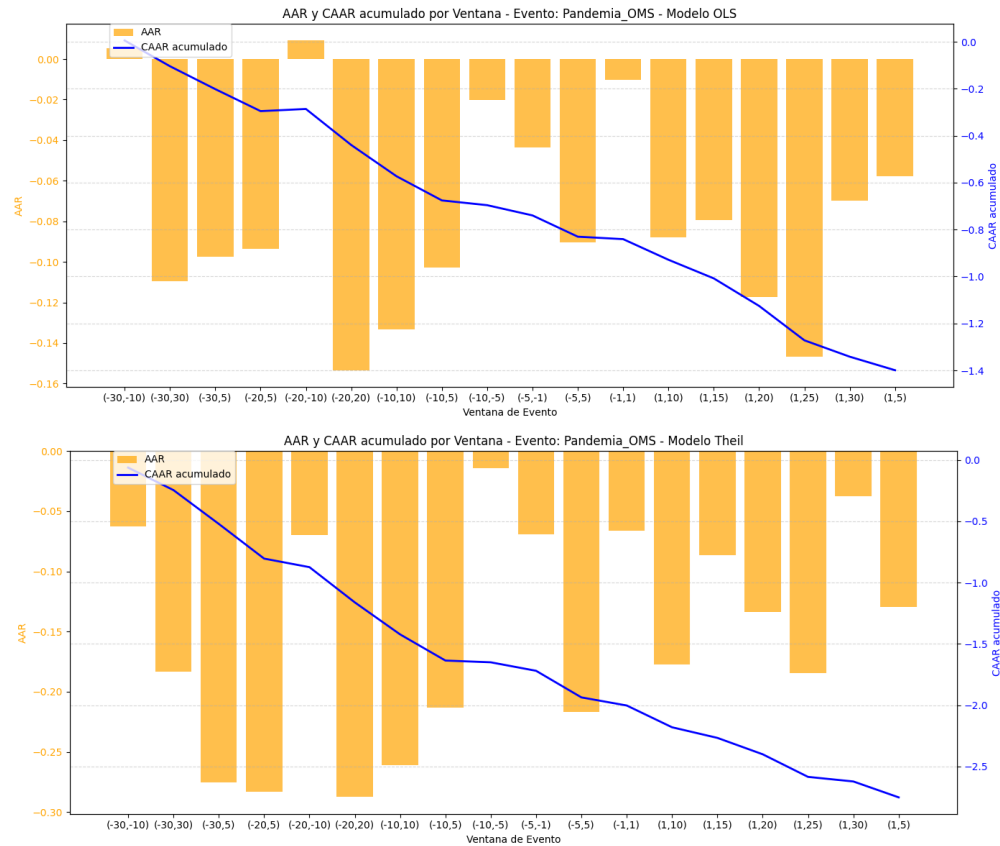
Ventana	Modelo de Mercado				Modelo de Theil			
	CAAR	J1	J2	J3	CAAR	J1	J2	J3
(-30,30)	-0.00244	-1.58	-1.58	-0.40	-0.00407	<b>-2.08**</b>	<b>-2.08**</b>	0.16
(-20,20)	-0.00529	<b>-2.48**</b>	<b>-2.48**</b>	-1.19	-0.00990	<b>-3.65***</b>	<b>-3.65***</b>	-1.59
(-10,10)	-0.00888	<b>-2.72***</b>	<b>-2.73***</b>	<b>-1.66*</b>	-0.01742	<b>-4.24***</b>	<b>-4.25***</b>	<b>-1.93*</b>
(-5,5)	-0.01294	<b>-3.27***</b>	<b>-3.29***</b>	<b>-2.22**</b>	-0.03099	<b>-4.97***</b>	<b>-5.00***</b>	<b>-3.03***</b>
(-30,-10)	0.00036	0.22	0.22	0.97	-0.00415	<b>-2.17**</b>	<b>-2.18**</b>	-0.41
(-20,-10)	0.00131	0.54	0.55	1.21	-0.00995	<b>-3.23***</b>	<b>-3.24***</b>	-1.41
(-10,-5)	-0.00406	-1.35	-1.36	<b>-1.67*</b>	-0.00287	-0.80	-0.81	-1.20
(-5,-1)	-0.01455	<b>-3.66***</b>	<b>-3.71***</b>	<b>-2.16**</b>	-0.02306	<b>-2.64**</b>	<b>-2.67***</b>	<b>-2.16**</b>
(-1,1)	-0.00347	-0.62	-0.62	0.62	-0.02204	<b>-2.36**</b>	<b>-2.39**</b>	-0.93
(1,5)	-0.01920	<b>-2.50**</b>	<b>-2.53**</b>	-1.54	-0.04321	<b>-3.84***</b>	<b>-3.88***</b>	<b>-1.85*</b>
(1,10)	-0.01256	<b>-2.83***</b>	<b>-2.83***</b>	-0.57	-0.02537	<b>-4.86***</b>	<b>-4.87***</b>	-1.43
(1,15)	-0.00721	-1.50	-1.50	-0.16	-0.00786	-1.29	-1.30	0.97
(1,20)	-0.00838	<b>-2.12**</b>	<b>-2.12**</b>	-1.14	-0.00955	<b>-1.95*</b>	<b>-1.96*</b>	0.00
(1,25)	-0.00862	<b>-2.54**</b>	<b>-2.55**</b>	<b>-2.20**</b>	-0.01084	<b>-2.61***</b>	<b>-2.62***</b>	-1.04
(1,30)	-0.00317	-1.14	-1.14	-0.23	-0.00170	-0.49	-0.49	1.60
(-30,5)	-0.00375	<b>-2.41**</b>	<b>-2.41**</b>	-0.84	-0.01060	<b>-4.81***</b>	<b>-4.82***</b>	<b>-1.89*</b>
(-20,5)	-0.00521	<b>-2.59**</b>	<b>-2.59***</b>	-1.13	-0.01572	<b>-5.30***</b>	<b>-5.31***</b>	<b>-2.77***</b>
(-10,5)	-0.00935	<b>-3.26***</b>	<b>-3.27***</b>	<b>-2.42**</b>	-0.01939	<b>-4.39***</b>	<b>-4.40***</b>	<b>-2.42**</b>

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Los asteriscos (\*), (\*\*) y (\*\*\*) indican significancia (signo) en un intervalo de confianza del 90%, 95% y 99% respectivamente.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la declaración de la pandemia afectó negativamente la rentabilidad bursátil del sector automotriz, siendo este efecto más fuerte cuando se estiman los rendimientos esperados a través del modelo de Theil, el cual penaliza la multicolinealidad y ajusta mejor en presencia de alta varianza. Las pruebas t y de Patell muestran que los retornos anormales fueron significativamente diferentes de cero, mientras que las pruebas no paramétricas presentan evidencia mixta. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el evento

tuvo un impacto desfavorable sobre el desempeño financiero de las empresas analizadas.



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Nota:** Comparación visual entre los modelos de estimación de retornos esperados: OLS (arriba) y Theil (abajo).

La Figura 13 complementa visualmente los resultados presentados en la Tabla 3 al mostrar la evolución del Retorno Anormal Promedio (AAR) y del CAAR acumulado para cada ventana simétrica analizada, comparando ambos modelos de estimación. En el gráfico superior, correspondiente al modelo OLS, se observa una caída progresiva del CAAR que se acentúa conforme se acercan las fechas posteriores al evento, lo que indica una reacción sostenida del mercado ante la noticia.

El gráfico inferior, que representa el modelo de Theil, exhibe una trayectoria descendente más pronunciada del CAAR, reflejando la mayor sensibilidad del



modelo a perturbaciones en la varianza y correlaciones cruzadas. En ambas representaciones, se aprecia que la mayor acumulación de retornos negativos se da a partir de la ventana  $(-5, +5)$ , lo cual concuerda con la significancia estadística observada previamente.

Este comportamiento acumulativo refuerza la conclusión de que la declaración de la pandemia no solo generó una respuesta inmediata negativa, sino que provocó una caída persistente en los rendimientos bursátiles del sector automotriz, con mayor claridad cuando se aplica una metodología robusta como la de Theil.

#### *4.2.2. Análisis del impacto del cierre económico en México*

La Tabla 4 presenta los resultados del retorno anormal acumulado promedio (CAAR) y las pruebas estadísticas aplicadas a diferentes ventanas temporales, con base en los modelos de estimación de retornos esperados OLS y Theil. A diferencia del evento de declaración de pandemia, el impacto del anuncio del cierre económico en México muestra un comportamiento menos homogéneo, con efectos negativos concentrados principalmente en las ventanas previas al evento.

En particular, se observan valores de CAAR negativos y significativos en las ventanas  $(-30, -10)$ ,  $(-20, -10)$  y  $(-10, -5)$ , con significancia al 99% en ambos modelos, según las pruebas *t* de Student (J1) y Patell (J2). Este resultado sugiere que el mercado anticipó de manera temprana los efectos adversos de una posible paralización económica, reflejando una pérdida de valor bursátil antes del anuncio oficial. La prueba de signo generalizada (J3) también refuerza esta lectura, al presentar valores por debajo del umbral de  $-1.64$ , confirmando la tendencia negativa sistemática en esas ventanas.

Sin embargo, en las ventanas posteriores al evento  $(1,5)$ ,  $(1,15)$ ,  $(1,20)$ ,  $(1,25)$  y  $(1,30)$ , especialmente con el modelo de Theil, se observa un cambio de signo en los CAAR, con valores positivos y estadísticamente significativos. Esto sugiere una corrección por parte del mercado, que posiblemente interpretó las medidas de cierre como temporales o confiables frente al riesgo sanitario. De hecho,

el CAAR para la ventana (1,25) alcanza un valor de 0.01279 bajo el modelo de Theil, con significancia al 99% en J1 y J2, y al 99% en J3.

En conjunto, estos resultados indican que el impacto del cierre fue anticipado negativamente por los inversionistas, pero la reacción inmediata posterior tendió hacia una reevaluación positiva, lo que podría estar relacionado con la rápida implementación de medidas de mitigación o con la percepción de que las afectaciones al sector serían transitorias.

**Tabla 4.** Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento del cierre económico en México por COVID-19.

Ventana	Modelo de Mercado				Modelo de Theil			
	CAAR	J1	J2	J3	CAAR	J1	J2	J3
<b>(-30,30)</b>	-0.00193984	-1.23	-1.23	-0.65	-0.0023455	-1.14	-1.14	0.82
<b>(-20,20)</b>	-0.00235824	-1.11	-1.12	-0.50	-0.00230773	-0.82	-0.83	1.29
<b>(-10,10)</b>	-0.00766179	<b>-2.17*</b>	<b>-2.17*</b>	<b>-1.66*</b>	-0.00505964	-1.15	-1.16	0.55
<b>(-5,5)</b>	0.00308051	0.61	0.61	1.32	0.0051196	0.80	0.80	1.32
<b>(-30,-10)</b>	-0.0056724	<b>-2.64***</b>	<b>-2.65***</b>	<b>-2.35**</b>	-0.01091475	<b>-3.62***</b>	<b>-3.63***</b>	<b>-1.93*</b>
<b>(-20,-10)</b>	-0.00825364	<b>-2.95***</b>	<b>-2.96***</b>	<b>-2.49**</b>	-0.01357856	<b>-3.20***</b>	<b>-3.21***</b>	-1.60
<b>(-10,-5)</b>	-0.03053373	<b>-4.20***</b>	<b>-4.24***</b>	<b>-2.94***</b>	-0.03179176	<b>-3.15***</b>	<b>-3.18***</b>	-1.07
<b>(-5,-1)</b>	0.002808	0.29	0.30	1.23	-0.01135837	-1.08	-1.09	0.00
<b>(-1,1)</b>	0.01147169	1.01	1.03	1.13	0.02896951	<b>1.67*</b>	<b>1.70*</b>	1.51
<b>(1,5)</b>	0.00977018	1.54	1.56	1.07	0.02790478	<b>3.25***</b>	<b>3.28***</b>	<b>2.67***</b>
<b>(1,10)</b>	-0.00234769	-0.80	-0.80	<b>-1.87*</b>	0.00704386	<b>1.88*</b>	<b>1.88*</b>	<b>1.87*</b>
<b>(1,15)</b>	0.00371859	1.10	1.10	0.48	0.01332853	<b>3.08***</b>	<b>3.09***</b>	<b>2.42**</b>
<b>(1,20)</b>	0.00515486	<b>1.86*</b>	<b>1.86*</b>	1.43	0.01470674	<b>4.17***</b>	<b>4.18***</b>	<b>3.86***</b>
<b>(1,25)</b>	0.00462859	<b>2.04**</b>	<b>2.04**</b>	1.59	0.01279344	<b>4.48***</b>	<b>4.49***</b>	<b>3.92***</b>
<b>(1,30)</b>	0.0030885	1.52	1.53	1.14	0.00970347	<b>3.78***</b>	<b>3.78***</b>	<b>3.30***</b>
<b>(-30,5)</b>	-0.00449118	<b>-1.97*</b>	<b>-1.97**</b>	-1.50	-0.00810854	<b>-2.66***</b>	<b>-2.66***</b>	-0.96
<b>(-20,5)</b>	-0.00534085	<b>-1.89*</b>	<b>-1.90*</b>	-1.35	-0.00848418	<b>-2.23**</b>	<b>-2.23**</b>	-0.49
<b>(-10,5)</b>	-0.00518769	-1.16	-1.17	-0.16	-0.00187513	-0.33	-0.33	1.13

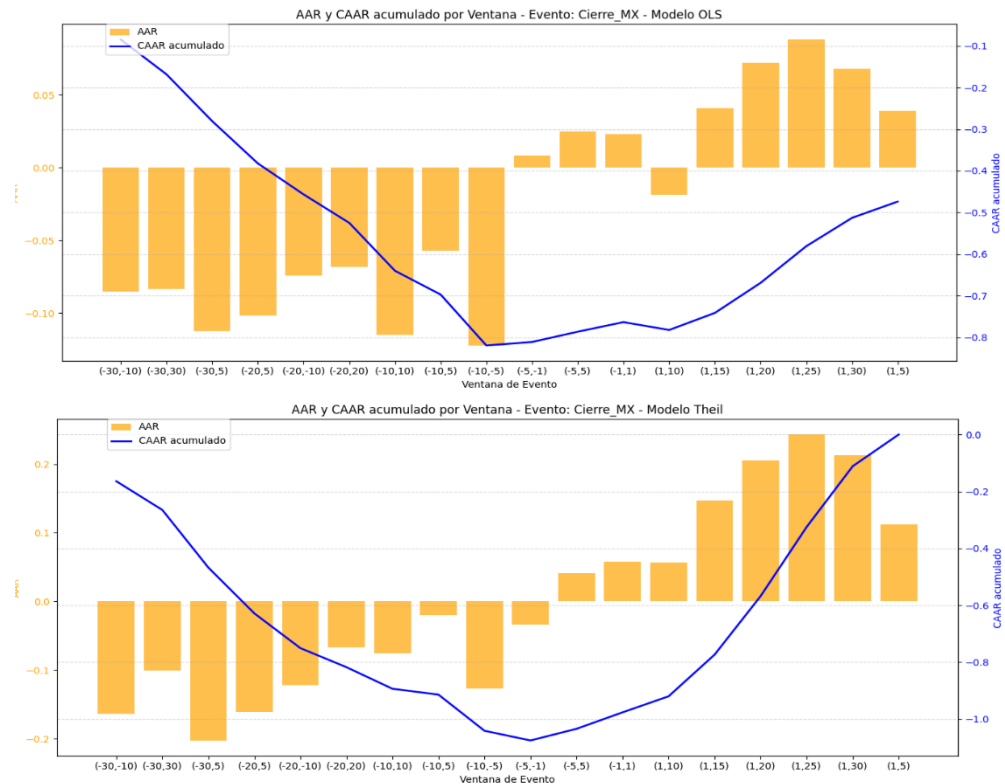
**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Los asteriscos (\*), (\*\*) y (\*\*\*) indican significancia (signo) en un intervalo de confianza del 90%, 95% y 99% respectivamente.

En la Figura 14 se observa que, ante el anuncio del cierre económico nacional en México, el comportamiento de los retornos anormales acumulados (CAAR) del sector automotriz fue inicialmente negativo, pero mostró señales de recuperación posterior al evento. En el modelo OLS, el CAAR disminuye hasta la ventana (-5, -1), reflejando una expectativa adversa previa al anuncio. A partir de las ventanas (1,5) en adelante, se evidencia una recuperación progresiva, lo que

sugiere una revaloración optimista por parte de los inversionistas, posiblemente influida por políticas de mitigación o la percepción de que el cierre sería temporal.

El modelo de Theil amplifica esta dinámica: las caídas preevento son más pronunciadas, pero el repunte posterior también resulta más marcado y sostenido. El CAAR se vuelve positivo en varias ventanas post-evento, lo que indica una recuperación de la confianza del mercado. Estos hallazgos son coherentes con la evidencia estadística presentada en la Tabla 4, donde se registran efectos negativos significativos antes del evento y positivos posteriores, particularmente en las ventanas (1,5), (1,15) y (1,25), reafirmando un patrón de corrección posterior a la conmoción inicial.



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 14.** AAR y CAAR acumulado por ventana para el evento del cierre económico en México

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Nota:** Comparación visual entre los modelos de estimación de retornos esperados: OLS (arriba) y Theil (abajo).

#### 4.2.3. Análisis del impacto de la reapertura económica en México

La reapertura económica en México, anunciada tras el confinamiento inicial por la pandemia, generó una respuesta ampliamente positiva en los mercados bursátiles del sector automotriz. La Tabla 5 muestra que los retornos anormales acumulados promedio (CAAR) son positivos en todas las ventanas temporales analizadas, tanto en el modelo de mercado (OLS) como en el modelo de Theil. En particular, se observan niveles de significancia estadística elevados en las ventanas (-10, +5), (-5, +5) y (-30, +5), lo que confirma que el evento fue percibido favorablemente por los inversionistas. La prueba de signo generalizada (J3) refuerza esta conclusión al arrojar valores muy por encima del umbral de significancia, en algunos casos superiores a 6 desviaciones estándar, especialmente bajo el modelo de Theil.

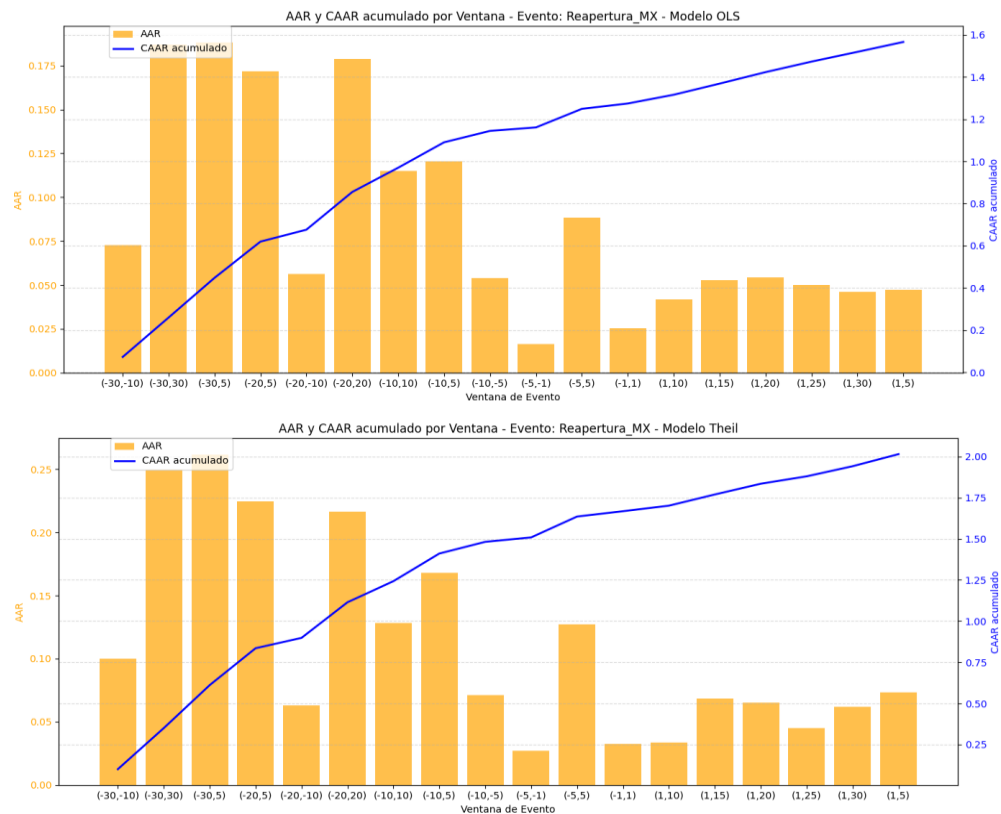
**Tabla 5.** Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el evento de reapertura económica en México.

Ventana	Modelo de Mercado				Modelo de Theil			
	CAAR	J1	J2	J3	CAAR	J1	J2	J3
(-30,30)	0.00434829	3.72***	3.72***	3.10***	0.00580686	4.37***	4.37***	6.68***
(-20,20)	0.00617294	3.94***	3.95***	3.67***	0.00745991	4.20***	4.20***	6.15***
(-10,10)	0.00766459	3.33***	3.34***	3.86***	0.00855778	3.21***	3.21***	5.93***
(-5,5)	0.01102552	3.26***	3.28***	3.40***	0.01587867	4.45***	4.47***	5.48***
(-30,-10)	0.00484125	2.69***	2.70***	2.35**	0.00665396	3.27***	3.28***	3.31***
(-20,-10)	0.00626247	2.69***	2.70***	2.14**	0.00698718	2.56**	2.57**	2.49**
(-10,-5)	0.01348193	3.64***	3.68***	4.54	0.01782775	4.54***	4.58***	5.35***
(-5,-1)	0.00547081	0.85	0.86	0.62	0.00893888	1.37	1.39	1.54
(-1,1)	0.0125908	1.90*	1.94*	1.89*	0.01613787	2.42**	2.46**	3.78***
(1,5)	0.01178905	2.75***	2.77***	2.94***	0.01832867	3.83***	3.87***	4.54***
(1,10)	0.00520439	2.42**	2.43**	2.14**	0.00420328	1.54	1.54	4.54***
(1,15)	0.00479611	1.86*	1.87*	1.61	0.00620812	1.98**	1.99**	4.67***
(1,20)	0.00388161	1.66*	1.67*	1.14	0.00465663	1.70*	1.71*	3.57***
(1,25)	0.0026289	1.45	1.46	0.98	0.00236802	1.10	1.11	3.31***
(1,30)	0.00209306	1.31	1.31	0.46	0.00280117	1.48	1.48	3.99***
(-30,5)	0.00752342	4.74***	4.75***	4.81***	0.01045536	6.00***	6.01***	6.84***
(-20,5)	0.00904363	4.81***	4.82***	4.91***	0.01181364	5.69***	5.70***	6.62***
(-10,5)	0.01095363	4.05***	4.07***	5.00***	0.01527775	5.35***	5.36***	6.93***

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Los asteriscos (\*), (\*\*) y (\*\*\*) indican significancia (signo) en un intervalo de confianza del 90%, 95% y 99% respectivamente.

La Figura 15 ofrece una representación visual complementaria que permite apreciar la evolución acumulativa de los AAR y del CAAR. En ambos modelos, se observa una pendiente ascendente sostenida a lo largo de las ventanas temporales, con un incremento más pronunciado en el modelo de Theil. Este comportamiento indica una creciente percepción de certidumbre conforme se alejaba el evento en el tiempo, así como una rápida recuperación del optimismo del mercado. El hecho de que los retornos anormales sean positivos incluso antes del evento sugiere que parte de la reapertura ya había sido anticipada por los agentes económicos. En



conjunto, los resultados reflejan un cambio de régimen en la percepción de riesgo, posicionando a la reapertura como un punto de inflexión positivo para el sector automotriz.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Nota:** Comparación visual entre los modelos de estimación de retornos esperados: OLS (arriba) y Theil (abajo).

#### 4.2.4. Impacto del anuncio de nuevas políticas arancelarias por parte de EE.UU.

El anuncio de nuevas políticas arancelarias por parte de Estados Unidos, atribuido a la retórica comercial de Donald Trump, produjo un efecto bursátil poco homogéneo en el sector automotriz. La Tabla 6 muestra que la mayoría de los retornos anormales acumulados promedio (CAAR) no son estadísticamente significativos bajo el modelo de mercado, y apenas alcanzan niveles marginales de significancia en el modelo de Theil, especialmente en ventanas estrechas como  $(-5, +5)$  y  $(-1, +1)$ . Las pruebas J1 y J2 reportan valores significativos solo en contadas ocasiones, mientras que la prueba de signo generalizada (J3) muestra resultados contradictorios: en el modelo OLS señala una reacción negativa en varias ventanas, mientras que en el modelo Theil predomina una respuesta neutral o positiva.

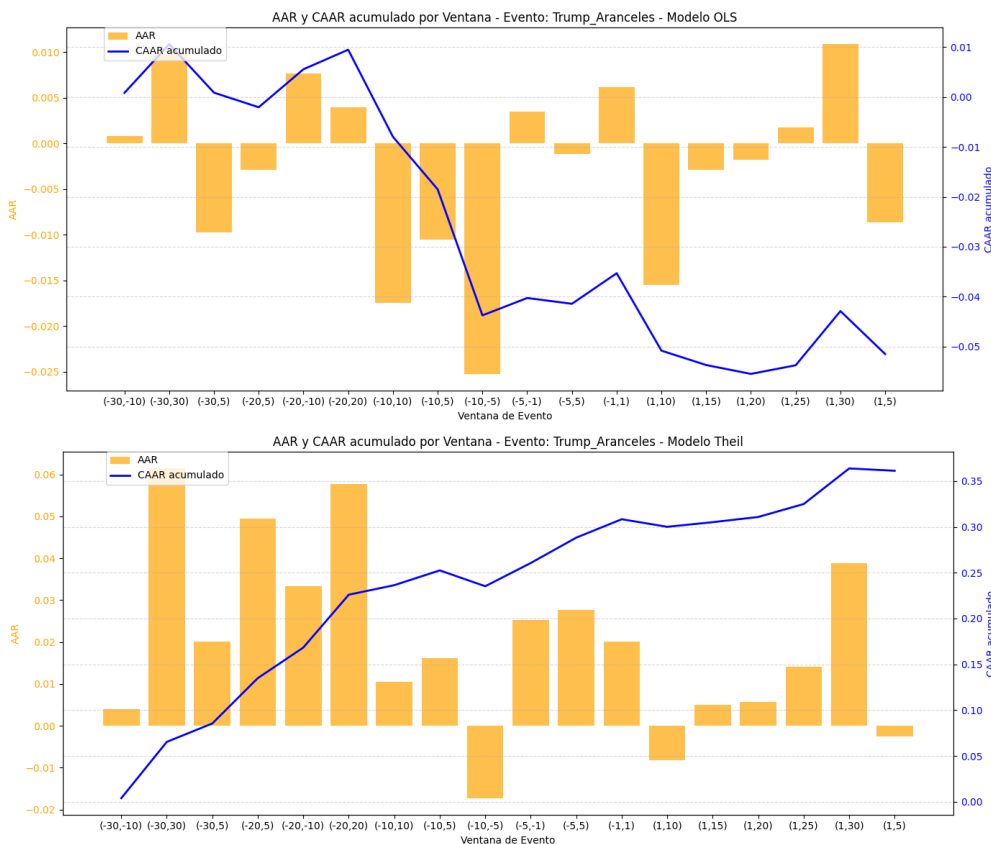
**Tabla 6.** Resultados del CAAR y pruebas estadísticas para el anuncio de nuevos aranceles por parte de EE.UU.

Ventana	Modelo de Mercado				Modelo de Theil			
	CAAR	J1	J2	J3	CAAR	J1	J2	J3
<b><math>(-30,30)</math></b>	0.00021664	0.25	0.25	<b>-2.95***</b>	0.00136513	1.51	1.51	-0.08
<b><math>(-20,20)</math></b>	0.00013477	0.12	0.12	-1.49	0.00198924	<b>1.73*</b>	<b>1.73*</b>	1.19
<b><math>(-10,10)</math></b>	-0.00116227	-0.89	-0.89	-0.97	0.00069368	0.50	0.50	1.10
<b><math>(-5,5)</math></b>	-0.00016566	-0.08	-0.08	0.20	0.00395502	<b>1.76*</b>	<b>1.77*</b>	<b>2.42**</b>
<b><math>(-30,-10)</math></b>	5.497E-05	0.03	0.03	<b>-2.48**</b>	0.0002624	0.15	0.15	-1.52
<b><math>(-20,-10)</math></b>	0.00108701	0.38	0.38	-1.62	0.00476551	1.58	1.59	0.40
<b><math>(-10,-5)</math></b>	-0.00504647	<b>-2.04**</b>	<b>-2.06**</b>	<b>-2.63**</b>	-0.00345696	-1.34	-1.35	-1.20
<b><math>(-5,-1)</math></b>	0.00115917	0.32	0.33	0.00	0.00844525	<b>2.05**</b>	<b>2.08**</b>	<b>1.85*</b>
<b><math>(-1,1)</math></b>	0.00204094	0.74	0.75	0.62	0.00669703	<b>1.88*</b>	<b>1.90*</b>	1.54
<b><math>(1,5)</math></b>	-0.00286853	-0.96	-0.97	0.00	-0.00084386	-0.29	-0.29	1.23
<b><math>(1,10)</math></b>	-0.00221542	<b>-1.81*</b>	<b>-1.82*</b>	-0.57	-0.00117881	-0.98	-0.98	1.14
<b><math>(1,15)</math></b>	-0.00026197	-0.16	-0.16	-0.81	0.00045893	0.29	0.29	0.64
<b><math>(1,20)</math></b>	-0.00012676	-0.09	-0.09	-0.29	0.00040519	0.29	0.29	0.86
<b><math>(1,25)</math></b>	0.00010159	0.08	0.08	-0.65	0.00083097	0.68	0.68	1.04
<b><math>(1,30)</math></b>	0.00049319	0.41	0.41	-1.60	0.00176537	1.47	1.47	0.68
<b><math>(-30,5)</math></b>	-0.00037335	-0.33	-0.33	<b>-2.41**</b>	0.00077158	0.62	0.62	-0.31
<b><math>(-20,5)</math></b>	-0.00016236	-0.11	-0.11	-1.64	0.0027491	<b>1.73*</b>	<b>1.74*</b>	1.26
<b><math>(-10,5)</math></b>	-0.00095742	-0.59	-0.59	-0.81	0.00146593	0.84	0.84	1.29

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Los asteriscos (\*), (\*\*) y (\*\*\*) indican significancia (signo) en un intervalo de confianza del 90%, 95% y 99% respectivamente.

La Figura 16 refleja visualmente esta ambigüedad. En el gráfico superior (modelo OLS), el CAAR presenta una trayectoria errática, con descensos abruptos en ventanas centrales, lo cual sugiere incertidumbre o escepticismo del mercado frente al anuncio. En contraste, el modelo de Theil (gráfico inferior) muestra una evolución más lineal y positiva, aunque moderada, lo que sugiere que los inversionistas podrían haber interpretado el anuncio como una amenaza contenida o bien anticipada. En conjunto, los resultados sugieren que el impacto del evento arancelario fue débil, posiblemente porque los agentes ya habían descontado este tipo de medidas en sus expectativas previas, o porque percibieron una baja probabilidad de implementación efectiva en el corto plazo.



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Nota:** Comparación visual entre los modelos de estimación de retornos esperados: OLS (arriba) y Theil (abajo).

#### 4.3. Análisis de volatilidad condicional con el modelo GARCH (1,1)

Con el objetivo de modelar la volatilidad condicional en los retornos logarítmicos del sector automotriz, se estimó un modelo GARCH (1,1) para cada empresa de la muestra. Esta especificación permite capturar la heterocedasticidad condicional característica de las series financieras, en la que los shocks pasados afectan la varianza futura. La Tabla 7 presenta los resultados de las pruebas de diagnóstico aplicadas a los residuos del modelo.

En todos los casos, la prueba ADF confirma la estacionariedad de las series, mientras que la prueba de Jarque-Bera indica que los residuos no siguen una distribución normal, lo cual es común en retornos financieros. La mayoría de las empresas presentan valores p mayores a 0.05 en la prueba Ljung-Box ( $Q^2$ ) y en la prueba ARCH-LM, lo que sugiere ausencia de autocorrelación condicional y una adecuada captura de los efectos ARCH. La única excepción es ALFAA.MX, que muestra evidencia de heterocedasticidad residual ( $p = 0.0025$ ), lo que podría indicar un ajuste incompleto del modelo.

**Tabla 7.** Resultados de pruebas diagnósticas sobre residuos del modelo GARCH (1,1) por empresa.

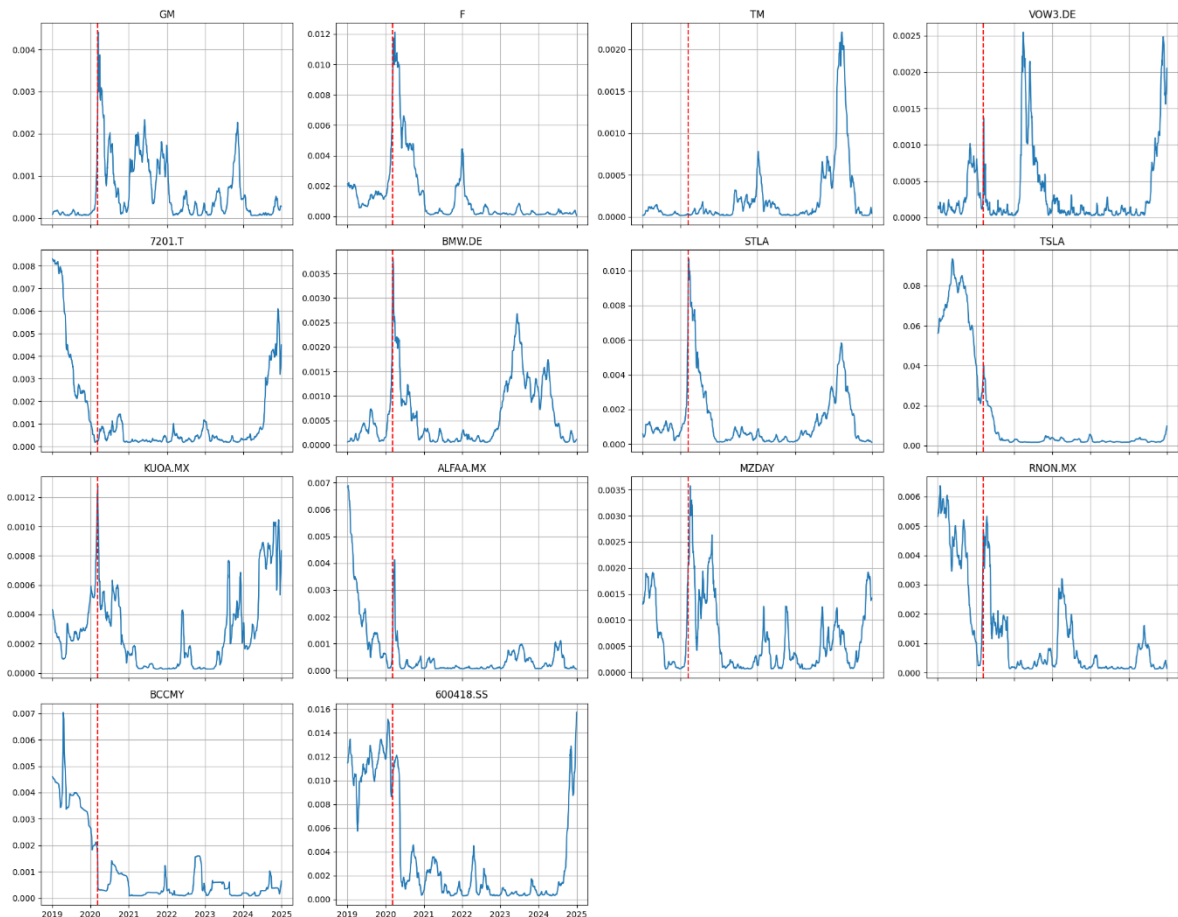
Empresa	ADF p-valor	Jarque-Bera p-valor	Ljung-Box $Q^2$ p-valor	ARCH-LM p-valor
GM	0.00E+00	0.00E+00	1	1.12E-172
F	0.00E+00	0.00E+00	0.943651	9.47E-01
TM	0.00E+00	1.30E-158	0.773688	7.64E-01
VOW3.DE	5.00E-28	1.61E-104	0.415968	5.18E-01
7201.T	0.00E+00	1.68E-85	0.417036	3.68E-01
BMW.DE	1.24E-27	0.00E+00	1	1.05E-52
STLA	0.00E+00	0.00E+00	0.999135	9.99E-01
TSLA	1.51E-14	0.00E+00	0.416477	4.49E-01
KUOA.MX	1.44E-26	0.00E+00	0.975863	9.73E-01
ALFAA.MX	6.99E-12	0.00E+00	0.024283	2.52E-03
MZDAY	0.00E+00	6.42E-127	0.846592	8.51E-01
RNON.MX	3.15E-26	2.82E-183	0.300756	2.75E-01
BCCMY	6.28E-23	0.00E+00	0.963014	9.62E-01



600418.SS	0.00E+00	2.61E-21	0.820821	8.26E-01
-----------	----------	----------	----------	----------

**Fuente:** Elaboración propia

Complementariamente, la Figura 17 presenta la evolución de la volatilidad condicional estimada a lo largo del tiempo para cada empresa del sector. Se observan picos marcados de volatilidad en torno a eventos críticos, como el anuncio de la pandemia, el cierre económico nacional y la imposición de aranceles. Estas explosiones de varianza capturadas por el modelo GARCH corroboran la sensibilidad de las series ante choques exógenos, al tiempo que reflejan procesos de ajuste asimétrico en la percepción de riesgo por parte de los inversionistas.



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 17.** Volatilidad Condicional Estimada con GARCH

**Fuente:** Elaboración Propia.

En suma, la evidencia empírica sugiere que el modelo GARCH (1,1) es adecuado para modelar la volatilidad de las series de retornos analizadas,

proporcionando una base estadística robusta para analizar el comportamiento dinámico del riesgo ante eventos económicos disruptivos.

#### 4.4 Modelo XGBoost para la predicción del impacto de eventos

Con el propósito de predecir la dirección del impacto (positivo o negativo) de los eventos exógenos sobre la rentabilidad bursátil del sector automotriz, se entrenó un modelo XGBoost utilizando como variables predictoras el CAAR (calculado con el modelo de Theil), la volatilidad condicional estimada ( $\text{Sigma}^2$ ) y el retorno promedio previo al evento. La variable dependiente fue codificada como 1 cuando el impacto fue positivo ( $\text{CAAR} > 0$ ) y 0 en caso contrario.

La Tabla 8 muestra el desempeño del modelo sobre el conjunto de prueba. Se obtuvo un resultado perfecto en todas las métricas de clasificación: precisión, recall y F1-score igual a 1.00 tanto para la clase de impacto positivo como negativo. Este nivel de ajuste refleja una alta capacidad del modelo para discriminar correctamente entre eventos con efectos diferenciados sobre las acciones analizadas.

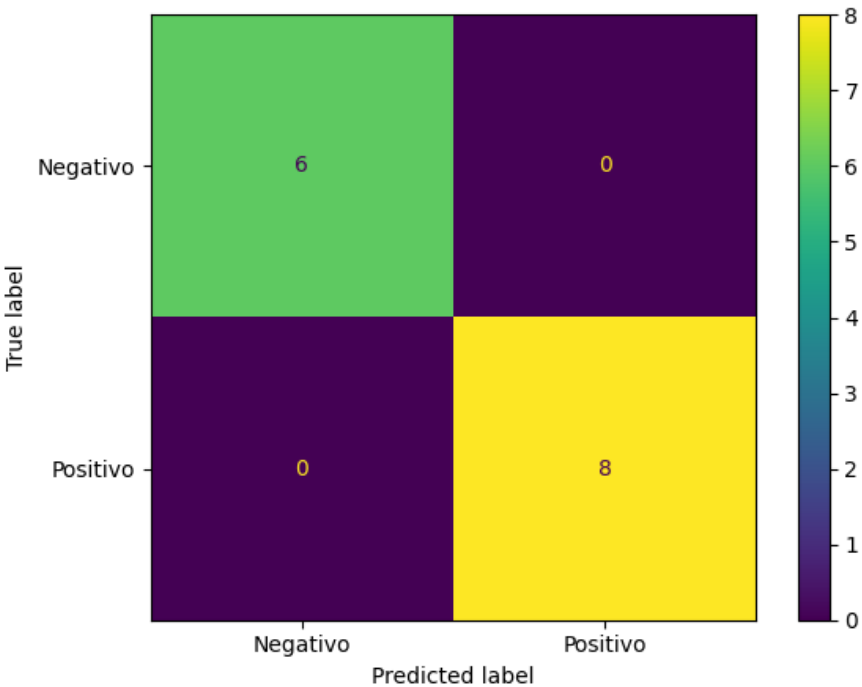
**Tabla 8.** Reporte del modelo XGBoost

<b>Clase</b>	<b>Precisión</b>	<b>Recall</b>	<b>F1-Score</b>	<b>Soporte</b>
0 (Impacto negativo)	1.00	1.00	1.00	6
1 (Impacto positivo)	1.00	1.00	1.00	8
<b>Accuracy</b>	—	—	<b>1.00</b>	<b>14</b>
<b>Promedio Macro</b>	1.00	1.00	1.00	14
<b>Promedio Ponderado</b>	1.00	1.00	1.00	14

**Fuente:** Elaboración propia

Esta capacidad predictiva inicial se complementa con la evaluación visual de los resultados, como se muestra en la Figura 18, donde se representa la matriz de confusión. Allí puede observarse que todas las predicciones coinciden con los valores reales, sin errores de clasificación. El modelo logra identificar correctamente los seis casos con impacto negativo y los ocho con impacto positivo, lo cual refuerza su capacidad de generalización pese al tamaño reducido de la muestra. Este nivel de precisión sugiere que las variables seleccionadas —particularmente el CAAR— capturan con eficacia las señales diferenciales entre los eventos analizados. Este

comportamiento será explorado en profundidad en los apartados siguientes, donde se incluyen pruebas de validación cruzada, análisis de sensibilidad y medidas de interpretabilidad basadas en valores SHAP.

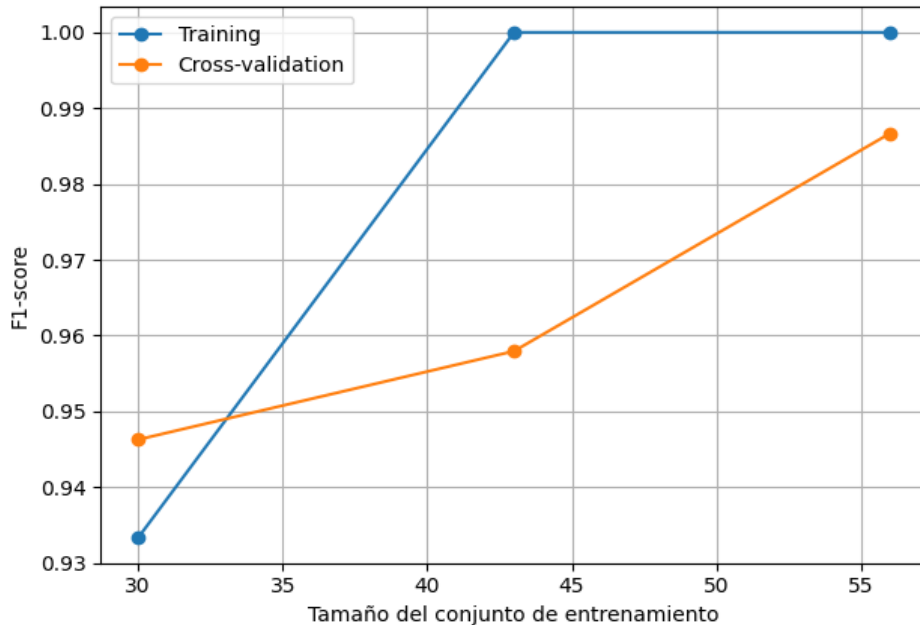


**Figura SEQ Figura \\* ARABIC**  
**Fuente:** Elaboración Propia

Con el propósito de explorar la capacidad predictiva de los retornos anormales acumulados (CAAR) y otras variables de contexto financiero, se implementó un modelo de clasificación mediante Extreme Gradient Boosting (XGBoost). Esta técnica, ampliamente utilizada en el ámbito de las finanzas computacionales, permite capturar relaciones no lineales y jerarquizar la importancia de los predictores mediante criterios de ganancia y regularización. La variable objetivo fue definida como un impacto positivo (1) o negativo (0), en función del signo del CAAR para cada empresa y evento.

La Figura 19 presenta la curva de aprendizaje del modelo, donde se observa una mejora progresiva en el desempeño a medida que se incrementa el tamaño del conjunto de entrenamiento. Tanto en la muestra de entrenamiento como en

validación cruzada, el modelo alcanza un F1-score cercano a 1.00, lo que sugiere bajo sesgo y una capacidad generalizada de clasificación incluso con una muestra moderada.



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC**

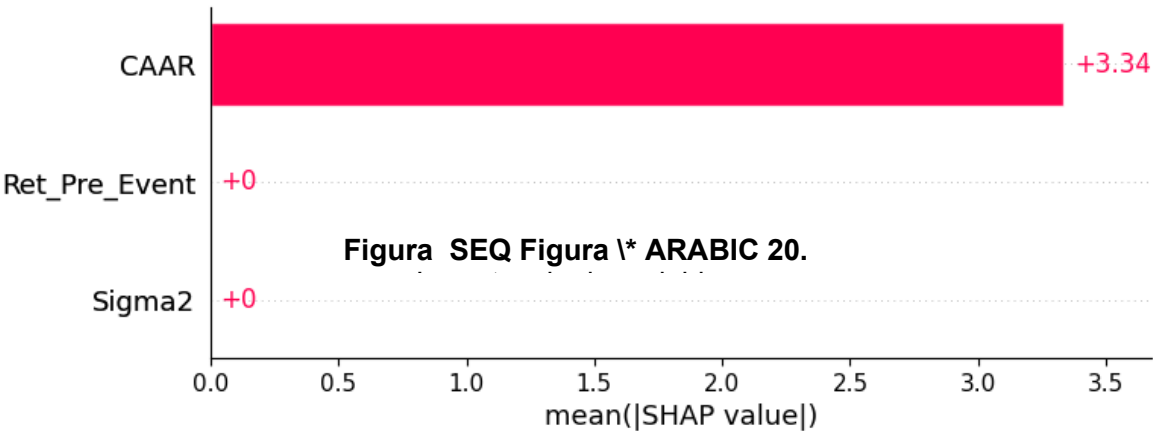
**Fuente:** Elaboración Propia

Por su parte, la Figura 20 muestra la importancia de las variables basada en valores SHAP, donde el CAAR se identifica como el único predictor relevante en la generación de las predicciones del modelo. Ni el retorno previo al evento ni la volatilidad condicional ( $\text{Sigma}^2$ ) aportaron valor adicional significativo, lo que

refuerza la centralidad del CAAR como medida agregada del efecto bursátil frente a eventos exógenos.

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1 Validación del modelo



Con el fin de asegurar la robustez y generalización del modelo XGBoost, se aplicaron dos estrategias complementarias de validación: validación cruzada estratificada (StratifiedKFold) y análisis de sensibilidad Leave-One-Out por empresa.

La Tabla 9 presenta los resultados del proceso de validación cruzada con 5 pliegues (k = 5), donde en cada iteración el modelo fue entrenado sobre el 80% de los datos y evaluado sobre el 20% restante. Se observa que en cuatro de los cinco pliegues el modelo alcanzó un F1-score perfecto (1.000), mientras que en el primer pliegue obtuvo un F1-score de 0.83333, lo cual sigue siendo alto. El promedio total fue de 0.96667, lo que confirma que el modelo mantiene un desempeño consistentemente alto y no depende de un subconjunto específico de datos para generar predicciones precisas.

Tabla 9. Resultados de la validación cruzada (StratifiedKFold, k = 5) del modelo XGBoost

Fold	F1-Score
1	0.83333
2	1.00000
3	1.00000

4	1.00000
5	1.00000
<b>Promedio</b>	<b>0.96667</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Complementariamente, la Tabla 10 muestra los resultados del test de sensibilidad Leave-One-Out, donde se omite iterativamente una empresa de la muestra para evaluar si el modelo es capaz de predecir correctamente su impacto sin haberla visto en el entrenamiento. Los resultados muestran F1-scores superiores a 0.94 en todos los casos, y un valor perfecto (1.000) en el caso de RNON.MX, lo que indica que el modelo conserva una alta capacidad predictiva incluso ante perturbaciones del conjunto de entrenamiento.

Estos resultados refuerzan la fiabilidad del modelo XGBoost para clasificar correctamente el impacto positivo o negativo de eventos exógenos en la rentabilidad de las empresas automotrices, validando su aplicabilidad para estudios financieros predictivos.

**Tabla 10.** Resultados del Test de Sensibilidad "Leave-One-Out" por Empresa

<b>Empresa</b>	<b>F1 Test Score</b>
600418.SS	0.947
7201.T	0.957
ALFAA.MX	0.952
BCCMY	0.952
BMW.DE	0.952
F	0.952
GM	0.952
KUOA.MX	0.952
MZDAY	0.952
RNON.MX	1.000
STLA	0.947
TM	0.947
TSLA	0.947
VOW3.DE	0.947

**Fuente:** Elaboración Propia

La Figura 21 muestra un mapa de calor con las correlaciones entre las variables utilizadas en el modelo XGBoost. Se observa una correlación moderada entre el CAAR y el Ret\_Pre\_Event (0.46), mientras que la relación entre  $\text{Sigma}^2$  y las demás variables es prácticamente nula. Esto indica que no existe

multicolinealidad severa entre los predictores, lo cual favorece la estabilidad del modelo.

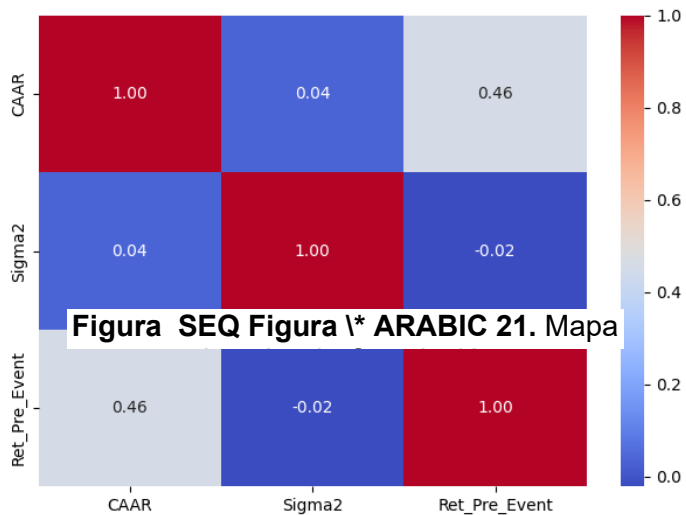
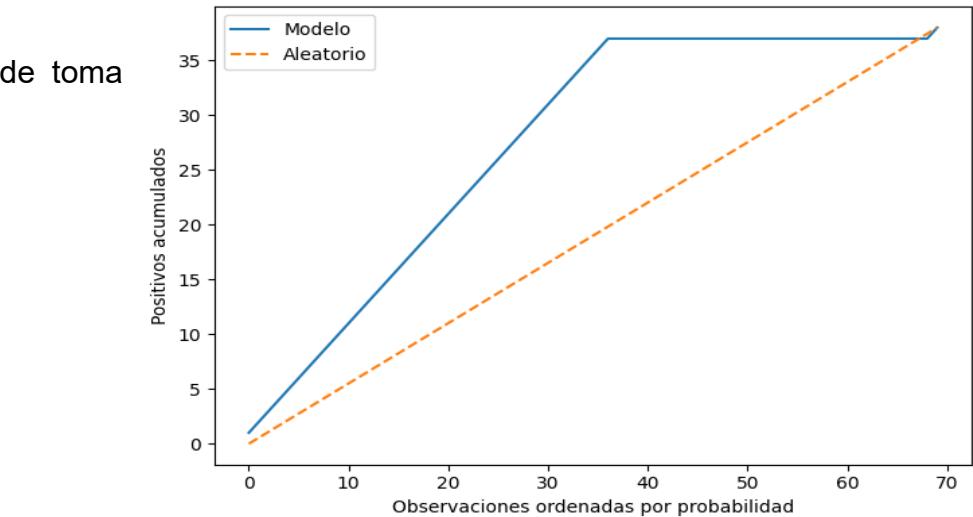


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 21. Mapa

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 22, correspondiente a la curva de Lift, revela que el modelo supera con claridad la línea de referencia aleatoria, especialmente en los primeros deciles. Esto significa que, al ordenar las observaciones por su probabilidad predicha, el modelo logra identificar los casos positivos con alta precisión desde el inicio, lo cual es deseable en

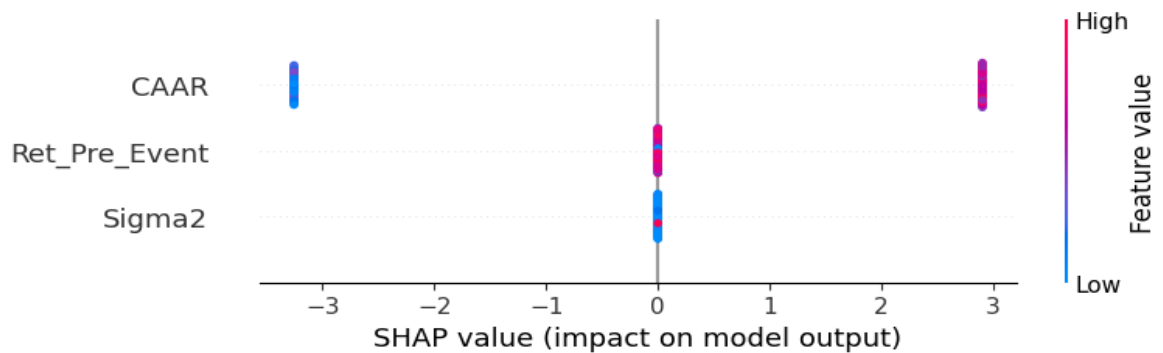


contextos de decisiones

estratégicas.

**Figura SEQ Figura \\* ARABIC****Fuente:** Elaboración Propia

Por último, el gráfico de resumen de valores SHAP corrobora que la variable CAAR es la que más influye en las predicciones del modelo. Aunque las variables Ret\_Pre\_Event y Sigma<sup>2</sup> fueron incluidas, sus efectos son marginales. Este resultado refuerza la relevancia de los retornos anormales acumulados como señal principal para predecir el impacto financiero de eventos exógenos.

**Fuente:** Elaboración Propia

En suma, los resultados del modelo XGBoost demuestran una elevada capacidad predictiva para clasificar el impacto de eventos económicos sobre la rentabilidad bursátil del sector automotriz. Las métricas de desempeño, junto con las pruebas de validación cruzada, sensibilidad y explicabilidad (SHAP), confirman que el modelo es robusto, interpretable y generalizable. Esta evidencia posiciona al enfoque basado en aprendizaje automático como un complemento valioso a los



modelos econométricos tradicionales, al permitir la identificación temprana de reacciones bursátiles ante choques externos con alta precisión.

#### **4.5 Discusión general de resultados**

Los resultados obtenidos permiten identificar patrones consistentes y divergentes en la forma en que el sector automotriz respondió a distintos eventos exógenos ocurridos entre 2020 y 2023. En línea con estudios previos, se confirma que los eventos que aumentan la incertidumbre, como la declaración de pandemia por la OMS o el anuncio de nuevas medidas arancelarias, tienden a generar retornos anormales negativos y aumentos en la volatilidad financiera (Goel et al., 2025; Ji et al., 2024; Shaikh, 2022). Esta reacción es particularmente marcada en ventanas temporales inmediatas al evento, lo que sugiere una fuerte sensibilidad del mercado ante choques informativos no anticipados.

En contraste, los eventos percibidos como reductores de incertidumbre — como la reapertura económica— generaron una respuesta optimista del mercado, con retornos anormales acumulados (CAAR) positivos y consistentes en múltiples ventanas temporales. Este comportamiento ha sido documentado en la literatura como una señal de restablecimiento de la certidumbre macroeconómica, especialmente en sectores sensibles al ciclo económico como el automotriz (Al-Awadhi et al., 2020; Zaremba et al., 2020).

Desde una perspectiva metodológica, el uso del modelo GARCH (1,1) permitió capturar de forma efectiva los procesos de heterocedasticidad condicional, revelando picos de volatilidad coincidentes con eventos críticos. Este resultado es coherente con la literatura que destaca la utilidad de estos modelos para estudiar la evolución dinámica del riesgo financiero (Avilés & Flores, 2020; Bollerslev, 1986; Hansen & Lunde, 2005).

Finalmente, la incorporación del modelo XGBoost fortaleció la capacidad predictiva del análisis, superando las métricas tradicionales de clasificación en todas las pruebas aplicadas. La identificación del CAAR como principal predictor, por encima de medidas como la volatilidad condicional o los retornos previos al evento, coincide con hallazgos recientes sobre el valor informativo de los retornos

anormales en modelos de aprendizaje automático aplicados a finanzas (Chen & Guestrin, 2016; Gu et al., 2020; Niederreiter & Riccaboni, 2022).

En conjunto, estos hallazgos no solo reafirman la sensibilidad del mercado ante eventos exógenos, sino que también demuestran el potencial de combinar modelos econométricos clásicos con técnicas de inteligencia artificial para lograr un análisis integral y robusto del comportamiento financiero sectorial.

## **CONCLUSIONES**

La presente investigación permitió generar conocimiento empírico robusto sobre los efectos diferenciados que tuvieron la crisis del COVID-19 y las políticas comerciales de Estados Unidos en la rentabilidad y la volatilidad del sector automotriz en México. A través de una combinación metodológica entre modelos econométricos tradicionales (estudio de eventos y GARCH) y técnicas de aprendizaje automático (XGBoost), se logró identificar que los eventos exógenos no

impactan de forma uniforme, sino que su efecto varía según su naturaleza, su previsibilidad y la percepción de riesgo que generan en los inversionistas.

Las hipótesis planteadas se validaron en diferentes grados. La hipótesis que sostenía que la pandemia redujo la rentabilidad de las empresas automotrices se confirma de manera clara, al observarse retornos anormales negativos con significancia estadística en múltiples ventanas temporales. De igual forma, se confirma que la pandemia incrementó la volatilidad de los activos financieros del sector, como se evidenció mediante los picos capturados por los modelos GARCH (1,1) durante los eventos críticos.

En cuanto al impacto de las políticas comerciales de Estados Unidos, los resultados muestran que estas generaron efectos menos consistentes. Si bien en algunas ventanas se detectaron retornos negativos y aumentos puntuales de volatilidad, el impacto general fue limitado o anticipado por el mercado, lo cual lleva a matizar el cumplimiento de las hipótesis asociadas. En particular, la hipótesis que planteaba un aumento significativo de la volatilidad a raíz de las políticas comerciales no se valida plenamente, dado que los modelos GARCH solo detectan efectos acotados y no persistentes.

Este análisis responde de forma satisfactoria a la pregunta de investigación al demostrar que tanto la crisis sanitaria como los cambios en la política comercial inciden en la rentabilidad y volatilidad bursátil del sector automotriz, pero lo hacen con distinta intensidad y temporalidad. Asimismo, se cumple el objetivo general de la tesis al proporcionar evidencia cuantitativa sobre estos efectos, con un enfoque metodológico riguroso que incluye pruebas de significancia estadística, modelación de riesgo condicional y predicción de impacto a partir de algoritmos de clasificación.

En suma, esta investigación no solo contribuye al entendimiento del comportamiento financiero del sector automotriz frente a choques externos, sino que también pone de manifiesto la utilidad de combinar técnicas estadísticas clásicas con modelos de inteligencia artificial para construir diagnósticos más precisos, con alto valor predictivo y aplicación práctica en contextos de alta incertidumbre económica.



## REFERENCIAS

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Al-Awadhi, A. M., Alsaifi, K., Al-Awadhi, A., & Alhammadi, S. (2020). Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100326>
- Alqsass, M., Zureigat, B., Jaradat, H., Alsmadi, A., & Maali, H. (2024). The Impact Of Insolvency Risk On Profitability Of Banking System. *Quality-Access to Success*, 25(201). <https://doi.org/10.47750/QAS/25.201.04>
- Alvarez, L. (2023). COVID-19 crisis and the automotive industry in Mexico: public policies and firm strategies. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 23(1), 42. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2023.129636>
- AMIA. (2022). *Importancia de la industria automotriz*. Inversión Extranjera Directa En El Sector Automotor. [https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria\\_automotriz/](https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/)
- AMIA. (2024). *Producción de Vehículos Ligeros*. <https://www.amia.com.mx/vehiculosligeros/>
- AMIA. (2025a). *Exportación de vehículos ligeros*. Exportación Por Segmento. <https://www.amia.com.mx/exportacion-de-vehiculos-ligeros1/>
- AMIA. (2025b). *Plantas de fabricación de Vehículos ligeros, motores y transmisiones*. Plantas de Ensamble de Vehículos, Motores y Transmisiones de Empresas Asociadas. [https://amia.com.mx/about/plantas\\_ensamble/](https://amia.com.mx/about/plantas_ensamble/)
- AMIA. (2025c). *Producción de vehículos*. Producción Por Segmentos. [https://public.tableau.com/app/profile/amia/viz/Produccion\\_VL/Produccion\\_VL](https://public.tableau.com/app/profile/amia/viz/Produccion_VL/Produccion_VL)

- AMIA, A. M. de la I. A. (2021). *Indicadores Nacionales Relacionados*.
- Aminian, N., & Calderonl, C. (2024). China-Mexico Economic Relationship in the Context of China's Penetration in Latin America. *The Chinese Economy*, 57(4), 289–304. <https://doi.org/10.1080/10971475.2024.2350125>
- Arciniega, R. S. (2024). La industria automotriz en México durante las recientes crisis: reorganización productiva y perspectiva geopolítica. *Espacio y Desarrollo*, 41, 178–204. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.202401.008>
- Arena, F., Collotta, M., Luca, L., Ruggieri, M., & Termine, F. G. (2021). Predictive Maintenance in the Automotive Sector: A Literature Review. *Mathematical and Computational Applications*, 27(1), 2. <https://doi.org/10.3390/mca27010002>
- Arwani, A., Masrur, M., & Muhammad, R. (2024). Profit Growth: Redefining Success with an Advanced ROA Model. *Owner*, 8(4), 4507–4523. <https://doi.org/10.33395/owner.v8i4.2489>
- Asteriou, D., & Hall, S. G. (2021). *Applied econometrics*. Bloomsbury Publishing.
- Avilés, E., & Flores, M. M. (2020). Comparison of the GARCH and stochastic models: An application to the Mexican peso-us dollar exchange rate. *Contaduría y Administración*, 66(2), 253. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2021.2642>
- Bajra, U. Q., Aliu, F., & Prenaj, V. (2025). Connectivity of green financial assets under geopolitical risks and market-implied volatility. *Finance Research Letters*, 76, 107037. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107037>
- Banxico. (2024). *Reporte de Estabilidad Financiera*. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-el-sistema-financiero/%7B6E48E53C-CE3E-9D3E-2D0D-A092213E8205%7D.pdf>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity.

- Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Boschetti, A., & Massaron, L. (2016). *Python data science essentials*. Packt Publishing Ltd.
- Braga da Costa Campos, L. M. (2025). *Effects of the COVID-19 Pandemic and Recovery in Aviation* (pp. 159–225). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-73993-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-73993-4_6)
- CAAM, C. A. of A. M. (2020). *Production of Automobiles in February 2020*.
- Cai, M., & Luo, J. (2020). Influence of COVID-19 on Manufacturing Industry and Corresponding Countermeasures from Supply Chain Perspective. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 25(4), 409–416. <https://doi.org/10.1007/s12204-020-2206-z>
- Cantu, C. (2017). Mexico's economic infrastructure: international benchmark and its impact on growth. *Journal of Economic Structures*, 6(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s40008-017-0092-9>
- Carrillo, J., Martínez Martínez, A., López, O., & Díaz, M. (2023). *The automotive sector in Mexico: The impact of automation and digitalization on employment 1 The automotive sector in Mexico: The impact of automation and digitalization on employment*. 45.
- Castañeda-Navarrete, J., Hauge, J., & López-Gómez, C. (2021). COVID-19's impacts on global value chains, as seen in the apparel industry. *Development Policy Review*, 39(6), 953–970. <https://doi.org/10.1111/dpr.12539>
- Castillo Rodríguez, J. (2024). Pérdidas monetarias en la producción de vehículos en México por COVID-19. *Secuencia*, 119. <https://doi.org/10.18234/secuencia.v0i119.2242>
- Chang, S. E., Brown, C., Handmer, J., Helgeson, J., Kajitani, Y., Keating, A., Noy,

- I., Watson, M., Derakhshan, S., Kim, J., & Roa-Henriquez, A. (2022). Business recovery from disasters: Lessons from natural hazards and the COVID-19 pandemic. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80, 103191. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103191>
- Chapa-Cantú, J. C. (2023). Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México. *Revista Ciencia UANL*, 23(102), 31–36. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl23.102-1>
- Chávez, A., Ramírez, N., & Moctezuma, D. E. R. (2019). Del tratado de libre comercio de América del Norte (TLCAN) al tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) y sus diferencias. *Contribuciones a La Economía*, 17(4), 2.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- Chiatchoua, C., Lozano, C., & Macías-Durán, J. (2020). Análisis de los efectos del COVID-19 en la economía mexicana. *Revista Del Centro de Investigación de La Universidad La Salle*, 14(53), 265–290. <https://doi.org/10.26457/recein.v14i53.2683>
- Clemente-Suárez, V. J., Rodriguez-Besteiro, S., Cabello-Eras, J. J., Bustamante-Sanchez, A., Navarro-Jiménez, E., Donoso-Gonzalez, M., Beltrán-Velasco, A. I., & Tornero-Aguilera, J. F. (2022). Sustainable Development Goals in the COVID-19 Pandemic: A Narrative Review. *Sustainability*, 14(13), 7726. <https://doi.org/10.3390/su14137726>
- Cohen, N., & Berchenko, Y. (2021). Normalized Information Criteria and Model Selection in the Presence of Missing Data. *Mathematics*, 9(19), 2474. <https://doi.org/10.3390/math9192474>
- Coşkun, A. E., & Erturgut, R. (2023). How Do Uncertainties Affect Supply-Chain



- Resilience? The Moderating Role of Information Sharing for Sustainable Supply-Chain Management. *Sustainability*, 16(1), 131. <https://doi.org/10.3390/su16010131>
- Cowan, A. R. (1992). Nonparametric event study tests. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2(4), 343–358. <https://doi.org/10.1007/BF00939016>
- Data México. (2025). *Industrias Manufactureras*. Acerca de Industrias Manufactureras. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/manufacturing?redirect=true>
- Dávalos, E. (2017). La industria automotriz en América del Norte después de la crisis 2008: efectos en Canadá. *Ola Financiera*, 10(26). <https://doi.org/10.22201/fe.18701442e.2017.26.59306>
- Dávalos, E. (2020). Protectionism, USMCA and its Possible Effects on Mexico's Automotive Industry. *European Review of International Studies*, 7(1), 81–104. <https://www.jstor.org/stable/27142407>
- Devi, Y., Srivastava, A., Koshta, N., & Chaudhuri, A. (2023). The role of operations and supply chains in mitigating social disruptions caused by COVID-19: a stakeholder dynamic capabilities view. *The International Journal of Logistics Management*, 34(4), 1219–1244. <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2021-0235>
- Dong, L., & Kouvelis, P. (2020). Impact of Tariffs on Global Supply Chain Network Configuration: Models, Predictions, and Future Research. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(1), 25–35. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0802>
- Duong, A. T. B., Hoang, T.-H., Nguyen, T. T. B., Akbari, M., Hoang, T. G., & Truong, H. Q. (2023). Supply chain risk assessment in disruptive times: opportunities and challenges. *Journal of Enterprise Information Management*, 36(5), 1372–1401. <https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2023-0104>

- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Fan, D., Zhou, Y., Yeung, A. C. L., Lo, C. K. Y., & Tang, C. (2022). Impact of the U.S.–China trade war on the operating performance of U.S. firms: The role of outsourcing and supply base complexity. *Journal of Operations Management*, 68(8), 928–962. <https://doi.org/10.1002/joom.1225>
- Fowler, C., Cai, X., Baker, J. T., Onnela, J.-P., & Valeri, L. (2024). Testing unit root non-stationarity in the presence of missing data in univariate time series of mobile health studies. *Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics*, 73(3), 755–773. <https://doi.org/10.1093/jrssc/qlae010>
- Frieske, B., & Stieler, S. (2022). The “Semiconductor Crisis” as a Result of the COVID-19 Pandemic and Impacts on the Automotive Industry and Its Supply Chains. *World Electric Vehicle Journal*, 13(10), 189. <https://doi.org/10.3390/wevj13100189>
- Ganai, S. G., Khan, J. A., & Bhat, S. A. (2023). Dynamics of export competitiveness of India and China: a study of HS 6-digit manufacturing exports. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 33(5), 889–938. <https://doi.org/10.1108/CR-10-2021-0139>
- Gantz, D. (2023). Key issues in USMCA implementation. In *The Future of Trade* (pp. 19–46). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035315420.00009>
- Garcia-Remigio, C. M., Cardenete, M. A., Campoy-Muñoz, P., & Venegas-Martínez, F. (2020). Valoración del impacto de la industria automotriz en la economía mexicana: una aproximación mediante matrices de contabilidad social. *El Trimestre Económico*, 87(346), 437–461. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i346.852>

- García, R., & Álvarez, A. R. (2022). El sector automotriz mexicano y la región de América del Norte. Resultados y perspectivas de la política de mayor integración negociada en el T-MEC. *Norteamérica*, 18(1). <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2023.1.508>
- Ghadir, A. H., Vandchali, H. R., Fallah, M., & Tirkolaei, E. B. (2022). Evaluating the impacts of COVID-19 outbreak on supply chain risks by modified failure mode and effects analysis: a case study in an automotive company. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04651-1>
- Goel, R., Sidana, N., Bhattacharjee, A., Singh, T., & Kaur, M. (2025). Shifting sands: how major events shape gold futures in the Indian commodity market. *Cogent Economics & Finance*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2025.2483867>
- Gu, S., Kelly, B., & Xiu, D. (2020). Empirical Asset Pricing via Machine Learning. *The Review of Financial Studies*, 33(5), 2223–2273. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa009>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5ta ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH(1,1)? *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), 873–889. <https://doi.org/10.1002/jae.800>
- Harbecke, J., Grunau, J., & Samanek, P. (2024). Are the Bayesian Information Criterion (BIC) and the Akaike Information Criterion (AIC) Applicable in Determining the Optimal Fit and Simplicity of Mechanistic Models? *International Studies in the Philosophy of Science*, 37(1–2), 17–36. <https://doi.org/10.1080/02698595.2024.2304487>
- Hasan khan, Khizar Hayat, Muhammad Adnan, & Minhal Hussain. (2024). The Impact of Trade Wars on Global Supply Chains: A Case Study of the US-China Conflict. *Social Science Review Archives*, 2(2), 1165–1173.

<https://doi.org/10.70670/sra.v2i2.167>

- Hirose, M., & Creswell, J. W. (2023). Applying Core Quality Criteria of Mixed Methods Research to an Empirical Study. *Journal of Mixed Methods Research*, 17(1), 12–28. <https://doi.org/10.1177/15586898221086346>
- Horváth, L., Trapani, L., & Wang, S. (2025). Sequential Monitoring for Changes in GARCH(1,1) Models Without Assuming Stationarity. *Journal of Time Series Analysis*. <https://doi.org/10.1111/jtsa.12824>
- Ibn-Mohammed, T., Mustapha, K. B., Godsell, J., Adamu, Z., Babatunde, K. A., Akintade, D. D., Acquaye, A., Fujii, H., Ndiaye, M. M., Yamoah, F. A., & Koh, S. C. L. (2021). A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105169. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105169>
- INA. (2025). *EL otro lado de la moneda*. <https://ina.com.mx/wp-content/uploads/2025/02/El-otro-lado-de-la-moneda-VF.pdf#:~:text=EL T-MEC HA CONSOLIDADO A NORTEAMÉRICA COMO,ECONÓMICO ENTRE MÉXICO%2C ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ>.
- INEGI. (2021). *ESTIMACIÓN OPORTUNA DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO1 EN MÉXICO DURANTE EL CUARTO TRIMESTRE DE 2020*.
- INEGI. (2023). *Resultados del Registro Administrativo de la Industria Automotriz de Vehículos Pesados*. <https://en.www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/8374>
- Ivanov, D. (2020). Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 101922. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
- Jamal, A., Lamba, J., & Rai, S. (2024). *Unraveling Complexity Global Capital Flow*

- Determinants* (pp. 321–370). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5303-5.ch015>
- Ji, X., Bu, N., Zheng, C., Xiao, H., Liu, C., Chen, X., & Wang, K. (2024). Stock market reaction to the COVID-19 pandemic: an event study. *Portuguese Economic Journal*, 23(1), 167–186. <https://doi.org/10.1007/s10258-022-00227-w>
- Klomp, J. (2025). Trump tariffs and the U.S. defense industry. *PLOS ONE*, 20(1), e0313204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313204>
- Kolari, J. W., & Pynnonen, S. (2011). Nonparametric rank tests for event studies. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 953–971. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.08.003>
- Liu, L. (2024). Assessing the Influence of China's WTO Accession on Global Stock Market Volatility, Cross-border Financial Policies, and Supply Chain Realignment. *China and WTO Review*, 10(1), 70–86. <https://doi.org/10.52152/cwr.2024.10.1.06>
- Lochstoer, L. A., & Muir, T. (2022). Volatility Expectations and Returns. *The Journal of Finance*, 77(2), 1055–1096. <https://doi.org/10.1111/jofi.13120>
- Lustig, N., & Martínez Pabón, V. (2021). El impacto del COVID-19 en la desigualdad y la pobreza en México. *Estudios Económicos de El Colegio de México*, 7–25. <https://doi.org/10.24201/ee.v36i1.416>
- MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13–39.
- Marklines. (2025a). *Automotive production data*. EE.UU Automotive Production Data. [https://www.marklines.com/en/vehicle\\_production/index](https://www.marklines.com/en/vehicle_production/index)
- Marklines. (2025b). *Automotive sales by country*. Automotive Sales Dashboard. [https://www.marklines.com/en/vehicle\\_sales/dashboard](https://www.marklines.com/en/vehicle_sales/dashboard)
- Márquez, V., & Sandoval, S. V. (2024). Effects of Automation on Mexican Automotive Employment: 2013–2022. *The Indian Journal of Labour Economics*,

67(3), 661–680. <https://doi.org/10.1007/s41027-024-00505-5>

Medina, M. de L. Á. (2021). Impact of the United States-Mexico-Canada (USMCA) Free-Trade Agreement on the Automotive Sector in Mexico. *Norteamérica*, 16(2). <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2021.2.489>

Mishrif, A., Antimiani, A., & Khan, A. (2024). Examining the Contribution of Logistics and Supply Chain in Boosting Oman's Trade Network. *Economies*, 12(3), 70. <https://doi.org/10.3390/economies12030070>

Molina, I. (2024). *México se consolida como potencia en el sector en el 22º Congreso Internacional de la Industria Automotriz*. Mexico Industry. [https://mexicoindustry.com/noticia/mexico-se-consolida-como-potencia-en-el-sector-en-el-22o-congreso-internacional-de-la-industria-automotriz?utm\\_source=chatgpt.com](https://mexicoindustry.com/noticia/mexico-se-consolida-como-potencia-en-el-sector-en-el-22o-congreso-internacional-de-la-industria-automotriz?utm_source=chatgpt.com)

Morales, B. H., Ramírez Domínguez, M. de J., Reséndiz Ortega, M. E., Franco Hernández, J. L., & Dixon Acosta, E. Al. (2017). El impacto del TLCAN en las finanzas y la economía de México: una mirada desde las MIPYMES / The Impact of NAFTA in Mexico's Economy and Finances: a view from the MIPYMES. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 6(12), 110–133. <https://doi.org/10.23913/ricea.v6i12.99>

Moreno-Brid, J. C., & Gómez, J. S. (2023). Economic crises in Mexico: Right and wrong policy measures and a long period of structural failures. *Latin American Policy*, 14(4), 626–637. <https://doi.org/10.1111/lamp.12322>

Moro-Visconti, R. (2022). Profitability and Value Creation. In *Augmented Corporate Valuation* (pp. 179–215). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97117-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97117-5_6)

Naseer, S., Khalid, S., Parveen, S., Abbass, K., Song, H., & Achim, M. V. (2023). COVID-19 outbreak: Impact on global economy. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1009393>

- Nava-Aguirre, K. M., Zarate-Solis, I., & Rojas-Vazquez, J. L. (2022). Building Resilient, Sustainable and Inclusive Futures for Mexico. In *Regenerative and Sustainable Futures for Latin America and the Caribbean* (pp. 209–234). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80117-864-820221010>
- Nguyen, P. A., & Wolf, M. (2023). *A Note on Testing AR and CAR for Event Studies*.
- Niederreiter, J., & Riccaboni, M. (2022). The impact of product innovation announcements on firm value: evidence from the bio-pharmaceutical industry. *Industry and Innovation*, 29(1), 25–52. <https://doi.org/10.1080/13662716.2021.1967729>
- Nouman, M., Hashim, M., Trifan, V. A., Spinu, A. E., Siddiqi, M. F., & Khan, F. U. (2022). Interest rate volatility and financing of Islamic banks. *PLOS ONE*, 17(7), e0268906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268906>
- OCDE. (2022). *El comercio internacional durante la pandemia de COVID-19: Grandes cambios e incertidumbres*.
- Ono Tarsono. (2021). THE EFFECT OF DEBT EQUITY RATIO , RETURN ON EQUITY , NET PROFIT MARGIN ON STOCK PRICES. *International Journal of Social Science*, 1(4), 393–398. <https://doi.org/10.53625/ijss.v1i4.716>
- Ortiz, S. (2025). EFECTOS POTENCIALES EN COMERCIO Y COMPETITIVIDAD DE UN ARANCEL A LAS EXPORTACIONES MEXICANAS EN ESTADOS UNIDOS. *Investigación Económica*, 84(332), 5–34. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2025.332.91060>
- Ortiz, S., & Jiménez, D. (2023). La inserción de Estados Unidos y China en la cadena global de valor de semiconductores, ¿y México? *Norteamérica*, 18(2). <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2023.2.607>
- Patell, J. M. (1976). Corporate Forecasts of Earnings Per Share and Stock Price Behavior: Empirical Test. *Journal of Accounting Research*, 14(2), 246.

<https://doi.org/10.2307/2490543>

Pató, B. S. G., & Herczeg, M. (2020). The Effect of the Covid-19 on the Automotive Supply Chains. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Oeconomica*, 65(2), 1–11. <https://doi.org/10.2478/subboec-2020-0006>

Pató, B. S. G., Herczeg, M., & Csiszárík-Kocsir, Á. (2022). The COVID-19 Impact on Supply Chains, Focusing on the Automotive Segment during the Second and Third Wave of the Pandemic. *Risks*, 10(10), 189. <https://doi.org/10.3390/risks10100189>

Pichler, M., Krenmayr, N., Maneka, D., Brand, U., Högelsberger, H., & Wissen, M. (2021). Beyond the jobs-versus-environment dilemma? Contested social-ecological transformations in the automotive industry. *Energy Research & Social Science*, 79, 102180. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102180>

Provencio, E. (2020). Política económica y Covid-19 en México en 2020/Economic Policy and Covid-19 in Mexico in 2020. *Economíaunam*, 17(51), 263–281.

Puyana, A. (2020). Del Tratado de Libre Comercio de América del Norte al Acuerdo México-Estados Unidos-Canadá. ¿Nuevo capítulo de la integración México-Estados Unidos? *El Trimestre Económico*, 87(347), 635–668. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i347.1086>

Qamar, A., Collinson, S., & Green, A. (2023). Covid-19 disruption, resilience and industrial policy: the automotive sector in the West Midlands. *Regional Studies*, 57(6), 1156–1170. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2126449>

Rábek, T., Boháčiková, A., Holúbek, I., & Strápek, Z. (2021). Increasing the return on equity by financial leverage in sugar beet farms in Slovakia. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 536–545. <https://doi.org/10.5219/1619>

Rajala, P., Ylä-Kujala, A., Sinkkonen, T., & Kärri, T. (2022). Profitability in construction: how does building renovation business fare compared to new



- building business. *Construction Management and Economics*, 40(3), 223–237. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2032228>
- Rogerson, S., Svanberg, M., Altuntas Vural, C., von Wieding, S., & Woxenius, J. (2024). Comparing flexibility-based measures during different disruptions: evidence from maritime supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 54(2), 163–191. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2023-0075>
- Ruiz, M., & Koutronas, E. (2025). *International Trade Closeness: The Impact of Tariff Policies on U.S.-China Trade Relations*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5167487>
- Ruiz, P., & Tovar, R. G. (2021). Efectos potenciales de los cambios en el T-MEC respecto al TLCAN sobre la economía mexicana. *Norteamérica*, 16(2). <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2021.2.518>
- Sam, C. Y., Mcnown, R., Goh, S. K., & Goh, K.-L. (2025). A multivariate autoregressive distributed lag unit root test. *Studies in Economics and Econometrics*, 49(1), 17–33. <https://doi.org/10.1080/03796205.2024.2439101>
- Shaikh, I. (2022). Impact of COVID-19 pandemic on the energy markets. *Economic Change and Restructuring*, 55(1), 433–484. <https://doi.org/10.1007/s10644-021-09320-0>
- Siswanto, D. J., Maudhiky, F., Wahyudi, I., & Syah, T. Y. R. (2022). The Influence of Debt to Equity Ratio (DER), Return on Assets (ROA) and Company Size on Profit Growth. *Journal of Social Science*, 3(6), 2137–2147. <https://doi.org/10.46799/jss.v3i6.486>
- Solís, J. V., García, H., Márquez, J. M., & Hernández, V. H. (2022). Impacto de la crisis de 2020 en la economía mexicana: un enfoque de insumo-producto con inoperabilidad. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 53(211), 55–78. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2022.211.69832>

- Song, L., & Zhou, Y. (2020). The COVID-19 Pandemic and Its Impact on the Global Economy: What Does It Take to Turn Crisis into Opportunity? *China & World Economy*, 28(4), 1–25. <https://doi.org/10.1111/cwe.12349>
- Téllez, I. (2024). La industria mundial del cobre: cambios territoriales y desafíos socioambientales en el siglo XXI. *Región y Sociedad*, 36, e1858. <https://doi.org/10.22198/rys2024/36/1858>
- UNCTAD. (2024). *World Investment Report*. <https://unctad.org/es/publication/informe-sobre-las-inversiones-en-el-mundo-2024>
- Valdez, H. G., Zúñiga Olalde, S. M., & Soto Mendoza, V. G. (2022). El Diamante de México: capital humano que requiere la industria de autopartes. *Revista Cimexus*, 18(1). <https://doi.org/10.33110/cimexus170204>
- Wade, C., & Glynn, K. (2020). *Hands-On Gradient Boosting with XGBoost and scikit-learn: Perform accessible machine learning and extreme gradient boosting with Python*. Packt Publishing Ltd.
- WardsAuto. (2025). *U.S. vehicle sales and market share by company for 1970-2024*. U.S. Vehicle Sales and Market Share by Company for 1970-2024. <https://wardsintelligence.informa.com/wi060666/us-vehicle-sales-and-market-share-by-company-19702024>
- Wu, X., Zhang, C., & Du, W. (2021). An Analysis on the Crisis of “Chips shortage” in Automobile Industry —Based on the Double Influence of COVID-19 and Trade Friction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1971(1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1971/1/012100>
- Yergin, D. (1991). The prize: the epic quest for oil, money, and power Simon & Schuster. *New York*, 570–594.
- Yuan, L., & Mähönen, J. (2024). Can Integrate a Sustainable Business Model and Global Value Chains Revive the Value Chain’s Sustainable Growth? *Circular*

*Economy and Sustainability*, 4(4), 2957–2980. <https://doi.org/10.1007/s43615-024-00352-y>

Zaremba, A., Kizys, R., Aharon, D. Y., & Demir, E. (2020). Infected Markets: Novel Coronavirus, Government Interventions, and Stock Return Volatility around the Globe. *Finance Research Letters*, 35, 101597. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101597>

