



Año 17 / Núm. 42 / - julio – diciembre 2024
Revista de Investigación Académica sin Frontera
ISSN 2007-8870



REVISTA DE
INVESTIGACIÓN ACADÉMICA SIN FRONTERA



Exportaciones en la industria automotriz mexicana: un análisis a través del modelo ARMA

Exports in the Mexican automotive industry: an analysis through the ARMA model

Jesús Castillo Rodríguez¹, Juana Hernández Chavarría² y Antonina Ivanova Boncheva³

¹<https://orcid.org/0000-0003-1497-9451>. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY-CAMPUS LEON. Correo electrónico jcastillo@tec.mx

²<https://orcid.org/0000-0003-0268-6280>. Institución de adscripción: Conahcyt/Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango. Doctora en Investigación en Ciencias Sociales por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

³<http://orcid.org/0000-0003-1591-6006>. Institución de adscripción: Universidad Autónoma de Baja California Sur Doctora en Economía (UNAM, cum laude) con Posdoctorado en Estudios de Seguridad y Paz (Universidad de Bradford, Reino Unido)

<https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.675>

Recibido: 17 de junio de 2024.

Aceptado: 3 de diciembre de 2024.

Publicado: 18 de diciembre 2024.

Cómo citar

Castillo Rodríguez, J., Hernández Chavarría, J., & Ivanova Boncheva, A. (2024). Las Exportaciones en la industria automotriz mexicana: un análisis a través del modelo ARMA. *Revista De Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas - Departamento De Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa*, 1(42). <https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.675>

Resumen

México es uno de los principales exportadores de la industria automotriz a nivel global derivado de la alta producción de centros manufactureros en el país. Se divide en dos ramas, la fabricación de





vehículos y el mercado de autopartes. Desde mediados de la década de 1990 esta industria se ha consolidado entre las más importantes generadoras de ingreso, empleo y bienestar económico, en mayor medida por su desempeño en el sector exportador; sin embargo, el efecto de la crisis sanitaria por la Covid-19 generó desequilibrios y caída en la producción y exportaciones. El objetivo de esta investigación reside en analizar las exportaciones de la industria automotriz a través de un modelo econométrico ARMA, con la finalidad de predecir el comportamiento de dichas exportaciones en el periodo post Covid-19. Los resultados arrojan una pronta recuperación y la fortaleza de un sector estratégico en las cadenas de valor en la economía nacional.

Palabras clave: Industria automotriz, Covid-19, modelo ARMA, México.

Exports in the Mexican automotive industry: an analysis through the ARMA model

Abstract

Mexico is one of the main exporters of the automotive industry globally, derived from the high production of the country's manufacturing centers. It is divided into two branches, vehicle manufacturing and the auto parts market. Since the mid-1990s, this industry has established itself as one of the most important generators of income, employment and economic well-being, to a greater extent due to its performance in the export sector; However, the effect of the Covid-19 health crisis generated imbalances and a drop in production and exports. The objective of this research is to analyze the exports of the automotive industry through an ARMA econometric model, with the purpose of predicting the behavior of said exports in the post- Covid-19 period. The results show a prompt recovery and the strength of a strategic sector in the value chains of the national economy.

Keywords: Automotive industry, covid-19, ARMA model, Mexico.





Introducción

El objetivo de esta investigación es analizar el comportamiento de las exportaciones de la industria automotriz en México luego de los efectos de la pandemia por la Covid-19; por lo que el periodo de estudio termina cuando la organización mundial de la salud (OMS) decreta la disminución y el fin de la pandemia a finales del año 2022. Se utiliza la técnica econométrica de modelos de regresión ARMA, lo cual permite proyectar la tendencia de las exportaciones; así mismo, permite captar los efectos causados por la crisis sanitaria, reflejados en la contracción del dinamismo en el sector exportador. Se parte de la hipótesis de que las exportaciones de la industria automotriz disminuyeron a causa de la baja demanda a nivel mundial que tuvo esta industria causada por la crisis que generó la Covid-19.

La industria automotriz en México se ha consolidado como una de las más importantes en la economía nacional, por ejemplo, en el periodo 2010-2018 creció a una tasa media anual de 7.3%, solo por debajo del subsector de instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil con 7.6%; mientras que en su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional del 2018 aportó el 4.8% (INEGI, 2023a). Dentro de la manufactura destaca por su dinamismo en el empleo, valor agregado, exportaciones, personal calificado e intensivo en el uso de tecnología (Rodríguez y Sánchez, 2017). En el año 2017, dicha industria representó el 20.2% del PIB manufacturero nacional (Linares, 2020).

Asimismo, en el ámbito internacional se ha consolidado como una de las más pujantes. Sica et al. (2014), identifican cuatro categorías de instrumentos que la han impulsado: “1) mecanismos para atraer Inversión Extranjera Directa (IED) para la localización de empresas proveedoras de autopartes; 2) incentivos financieros, tributarios y arancelarios, como medida coadyuvante para la importación de materias primas; 3) el fortalecimiento de la cadena de valor del sector; y, 4) la promoción de empresas nacionales, como ha sucedido en países como China, Corea del Sur y la India” (pp.43–44).

Desde el ámbito gubernamental, México cuenta con experiencia en el impulso a la industrialización, sobre todo a fines del primer lustro de la década de 1990, a través del apoyo a





territorios específicos para la implantación de distritos y parques industriales (Castillo, 2023; Rodríguez, 2003), atendiendo factores de localización y aprovechamiento de ventajas comparativas, tales como la disponibilidad de recursos naturales, capital humano, cercanía con grandes centros urbanos y localización estratégica.

En este sentido, la industria automotriz en México se ha convertido en un potente impulsor de las cadenas productivas y estratégico en el sector industrial, en 14 entidades y cuatro regiones del país: centro, norte, centro-norte y occidente (Carbajal et al., 2016).

Expuesto lo anterior, esta investigación pretende responder al siguiente cuestionamiento: ¿Cuáles fueron los efectos de la pandemia por la Covid-19 en la industria automotriz en México?, ¿Se puede afirmar que es una actividad consolidada, fuerte, resiliente e integrada?

Para responder a lo anterior, se construyen modelos de regresión ARMA (p, q), los cuales consisten en la combinación de un término autorregresivo (AR) y un término de promedio móvil (MA), donde (p) se refiere al orden del modelo autorregresivo y (q) al término de media móvil. Este modelo parte de un proceso estocástico siendo una colección de variables aleatorias donde $X_t; t \in T$ parametrizada por un conjunto T , llamado espacio temporal, en donde las variables reflejan valores en un conjunto S llamado espacio de estados (Rincón, 2012). Ahora bien, las observaciones de dicho proceso forman una serie parametrizada por el tiempo, conocida como serie temporal (Ayala y Bucio, 2020). Por tanto, la investigación parte de una serie temporal, representada por un conjunto de valores o datos conocidos, en este caso, el valor de las exportaciones de la industria automotriz.

El artículo se divide en cuatro secciones, la primera introduce al lector sobre la importancia que tiene la industria automotriz en el sector exportador a nivel mundial, enseguida se describe la metodología del modelo ARMA, en la tercera parte se exponen e interpretan los resultados. En la parte final se agregan las conclusiones y las referencias utilizadas.





II. Estructura productiva mundial de la industria automotriz a nivel mundial.

La industria automotriz se enfoca en la producción de componentes para el ensamble de autos nuevos y a la producción de autopartes. De acuerdo a datos de la Organización Internacional de Fabricantes de Vehículos de Motor (OICA, por sus siglas en inglés) al año 2022 la producción mundial de vehículos fue de 85,016,727 unidades. La región Asia-Oceanía es la predominante con una producción de 50,020,793 (58.84% del total) vehículos producidos, donde se ubican países como Australia, China, India, Indonesia, Iran, Japón, Malasya, Myanmar, Pakistan, Filipinas, Corea del Sur, Taiwan, Tailandia y Vietnam. En segundo lugar, aparece la región del NAFTA (Por sus siglas en inglés), actualmente Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) con 14,798,146 vehículos (17.41%) y en tercer lugar está la Unión Europea, conformada principalmente por Francia, Alemania, España, Italia, Portugal, Suecia, Reino Unido, Belgica, Holanda y Austria, con el 16.23% de la producción mundial de vehículos (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Producción mundial de vehículos de motor (año 2022)

Regiones	2019	%	2020	%	2021	%	2022	%
Asia-oceania	49,333,841	53.55	44,276,549	57.02	46,768,800	58.31	50,020,793	58.84
Unión europea 27 + uk	17,978,353	19.52	13,781,659	17.75	13,129,583	16.37	13,801,210	16.23
NAFTA	16,822,606	18.26	13,374,404	17.22	13,467,065	16.79	14,798,146	17.41



Otros de europa	3,552,986	3.86	3,122,770	4.02	3,208,582	4.00	2,415,678	2.84
América del sur	3,337,795	3.62	2,318,523	2.99	2,723,770	3.40	2,958,117	3.48
Africa (excluido Egypto)	1,095,151	1.19	776,247	1.00	907,302	1.13	1,022,783	1.20
TOTAL	92,120,732		77,650,152		80,205,102		85,016,727	

Fuente: International Organization of Motor Vehicle Manufactures (OICA, por sus siglas en inglés) (2022).

En cuanto al cambio relativo se observa que Asia-Oceanía sigue mostrando crecimiento constante en su participación en la producción total, pasó de 5.6% del 2020 al 2021 a 6.95% del 2021-2022, porcentaje mayor al promedio obtenido a nivel mundial. Al interior de esta región, los países que muestran un crecimiento en este periodo son: China, India, Japón, Corea de Sur, Paquistán y Taiwán (ver cuadro 2). En el caso de la zona del NAFTA muestra avances importante con un cambio relativo del 9.8% del 2021-2022 de forma similar se observa en America del Sur con un 8.60%. La región de Africa registra avances significativos con un crecimiento del 16.8% del 2021 al 2021 y 12.7% del 2021-2022. El bloque con menor dinamismo es los considerados otros países de Europa con valores negativos y la zona de la Unión Europea que muestra un crecimiento por debajo de Asia-Oceanía y la zona del NAFTA (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Cambio relativo de la producción mundial de vehículos de motor por regiones (año 2022)

Regiones	Cambio Relativo		
	2020/2019	2021/2020	2022/2021
Asia-Oceanía	-10.25116208	5.62882848	6.95333855
Unión europea 27 + uk	-23.34303927	-4.731476813	5.115371905
NAFTA	-20.49743066	0.692823396	9.883972491
Otros de europa	-12.10857572	2.747944934	-24.71197557
América del sur	-30.53728584	17.47867069	8.603773446
Africa (excluido Egypto)	-29.11963738	16.88315704	12.72795607
Total	-15.70827726	3.290334834	5.999150777

Fuente: International Organization of Motor Vehicle Manufactures (OICA, por sus siglas en inglés) (2022).

En cuanto a la estructura de los países productores, los diez países que sobresalen en la producción mundial de vehículos en el año 2022 son: China, Estados Unidos, Japón, India, Corea del Sur, Alemania, México, Brasil, España y Tailandia (Ver cuadro 3). Estos países representan el 79.7% de la producción mundial. Desde el año 2019 al 2022 los tres primeros lugares no han tenido cambios, donde China es el primer lugar, seguido de Estados Unidos y Japón (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Producción mundial de vehículos de los diez principales productores en los años de 2019 y 2020.

País	Vehículos 2019		País	Vehículos 2020	
	Unidades	%		Unidades	%
China	25,750,650	27.95	China	25,225,242	32.49
Estados Unidos	10,892,884	11.82	Estados Unidos	8,821,026	11.36
Japón	9,684,507	10.51	Japón	8,067,943	10.39
Alemaía	4,947,316	5.37	Alemaía	3,742,570	4.82
India	4,524,366	4.91	Corea del Sur	3,506,774	4.52
México	4,013,137	4.36	India	3,381,819	4.36
Corea del Sur	3,950,614	4.29	México	3,177,251	4.09
Brasil	2,944,988	3.20	España	2,268,185	2.92
España	2,822,632	3.06	Brasil	2,014,055	2.59
Francia	2,172,515	2.36	Rusia	1,435,551	1.85
Subtotal	71,703,609	77.84	Subtotal	61,640,416	79.38
Otros	20,417,123	22.16	Otros	16,009,736	20.62
Total	92,120,732	100.00	TOTAL	77,650,152	100.00

Fuente: International Organization of Motor Vehicle Manufactures (OICA, por sus siglas en inglés) (2022).

Alemania había tenido el cuarto lugar mundial, sin embargo a partir del 2021 fue desvancado por la India y ganó terreno Corea del Sur, por lo que para el 2022 Alemania ocupa el sexto lugar. México ocupa el séptimo lugar a nivel internacional en la producción de vehículos, en el 2019 ocupaba el sexto lugar, pero a partir del 2020 bajo al séptimo y se ha mantenido (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Producción mundial de vehículos de los diez principales productores en los años de 2021 y 2022.

País	Vehículos 2021		País	Vehículos 2022	
	Unidades	%		Unidades	%
China	26,121,712	32.57	China	27,020,615	31.78
Estados Unidos	9,157,205	11.42	Estados Unidos	10,060,339	11.83
Japón	7,836,908	9.77	Japón	7,835,519	9.22
India	4,399,112	5.48	India	5,456,857	6.42
Korea del Sur	3,462,404	4.32	Korea del Sur	3,757,049	4.42
Alemania	3,308,692	4.13	Alemania	3,677,820	4.33
México	3,194,858	3.98	México	3,509,072	4.13
Brasil	2,248,253	2.80	Brasil	2,369,769	2.79
España	2,098,133	2.62	España	2,219,462	2.61
Tailandia	1,685,705	2.10	Tailandia	1,883,515	2.22
Subtotal	63,512,982	79.19	Subtotal	67,790,017	79.74
Otros	16,692,120	20.81	Otros	17,226,711	20.26
TOTAL	80,205,102	100.00	TOTAL	85,016,728	100.00

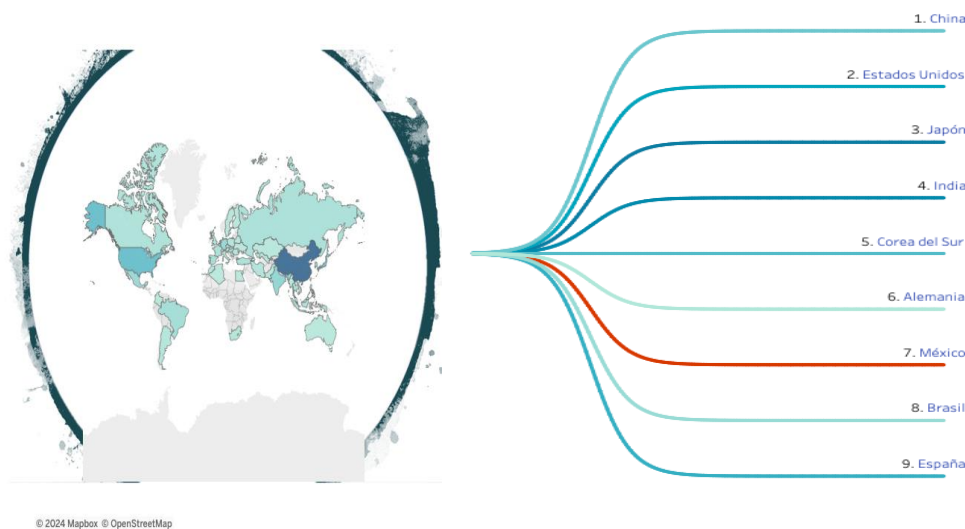
Fuente: International Organization of Motor Vehicle Manufactures (OICA, por sus siglas en inglés) (2022).

En función de los diez principales productores a nivel mundial, la producción mundial de vehículos esta dominada por dos regiones Asia-Oceania y la zona del NAFTA, la región con más participación es Asia-Oceania con cuatro países: China, Japón, India y Corea del Sur con el 51% del mercado. La zona del NAFTA con Estados Unidos, representa el 15.9%, posteriormente está la Unión Europea con 9.15% y por último Brasil con el 2.79%.

III. La industria automotriz mexicana y su participación en el mercado mundial.

La industria automotriz es uno de los sectores manufactureros que más aporta a la economía de México y uno de los principales generadores de empleo, así como una de las principales fuentes de captación de divisas y receptor de Inversión Extranjera Directa (IED) (Valencia et al., 2021). De hecho, de acuerdo con Carrillo y De los Santos (2022), México se posicionó como líder en la fabricación de vehículos en América Latina, con más de 3.1 millones; participa con el 4.3% de la producción mundial lo que lo ubica en el séptimo lugar en producción de vehículos en la producción de vehículos ligeros (ver figura 1) y quinto lugar en el rubro de autopartes (OICA, 2022; AMIA, 2024).

Figura 1. Posición de México nivel mundial en la producción de vehículos, año 2022



Fuente: tomado de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), (2024).

En el rubro de las exportaciones, para el año 2019 México se logró posicionar como el cuarto país con más exportaciones de vehículos en el mundo, solo por debajo de Estados Unidos, Japón y Alemania, superando al Reino Unido, Canadá, Francia, Bélgica, España, quienes son considerados los mayores productores y exportadores del mundo (Campos y Rodil, 2021).



Por otro lado, la contribución que tiene la industria automotriz al Producto Interno Bruto (PIB) del 2010 al 2017 fue del 12.3%, y con respecto al PIB total fue cerca del 3%, en comparación con la industria manufacturera aporta aproximadamente el 16% del PIB, por lo que se podría aseverar que el 10% del PIB manufacturero corresponde al PIB del sector automotriz (Godínez et al., 2020).

La industria automotriz tuvo su principal crecimiento exportador con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, logrando una alta integración logística y económica con Estados Unidos; con dicho acontecimiento los centros manufactureros de Estados Unidos se transfirieron a México principalmente a Estados fronterizos debido a los bajos costos de mano de la obra (Castellanos, 2016).

El desarrollo de las exportaciones automotrices ha sido reactiva a la llegada de IED, con el arribo de empresas tales como FORD, GM, TOYOTA, NISSAN, AUDI y BMW principalmente. De acuerdo con la Secretaría de Economía (2021), entre 1999 y el año 2020, México obtuvo más de 81.8 mil millones de dólares. Dicha fuente solo se encuentra por debajo de los ingresos por remesas y por exportaciones del petróleo, lo cual refleja el dinamismo del sector y las ventajas competitivas y comparativas con las que cuenta el país, lo que hacen un círculo virtuoso para este sector incrementando el valor agregado nacional, el cual en promedio es mayor al que se incorpora en el resto de los bienes manufacturados de exportación.

Adicional al TLCAN, México es uno de los países con mayor apertura económica ya que dispone de doce tratados de libre comercio con el resto del mundo (Carbajal y Carrillo, 2017). A pesar de ello, las exportaciones se concentran en el mercado estadounidense; por ejemplo, en el 2018 cerca del 80% del total de las exportaciones vehiculares se dirigieron a dicho país, en segundo lugar a Canadá con un 5.3%, por lo que América del norte concentra más del 85% de exportaciones mexicanas, dejando a América Latina con el 7.2%, Europa con el 4.7% y Asia el 2.4% (Roldán, 2019).

Es de destacar el intercambio comercial entre México y USA en la industria automotriz, por ejemplo, “entre los años 2005 y 2015 la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) fue del 16.8% (alcanzando un valor de más de 216,200 millones de USD en el 2015), por encima de la TCMA del



valor del comercio total o del de las manufacturas en la región TLCAN, 2.9% y 3.7%, respectivamente” (Murillo y Carbajal, 2023, p. 52).

La zona del NAFTA representó en el año 2022 el 17.4% de la producción mundial de vehículos, con un crecimiento del 9.8% del 2021 al 2022. Estados Unidos representa el 68% de la producción de esta zona, México el 24% y Canadá el 8% (ver cuadro 5).

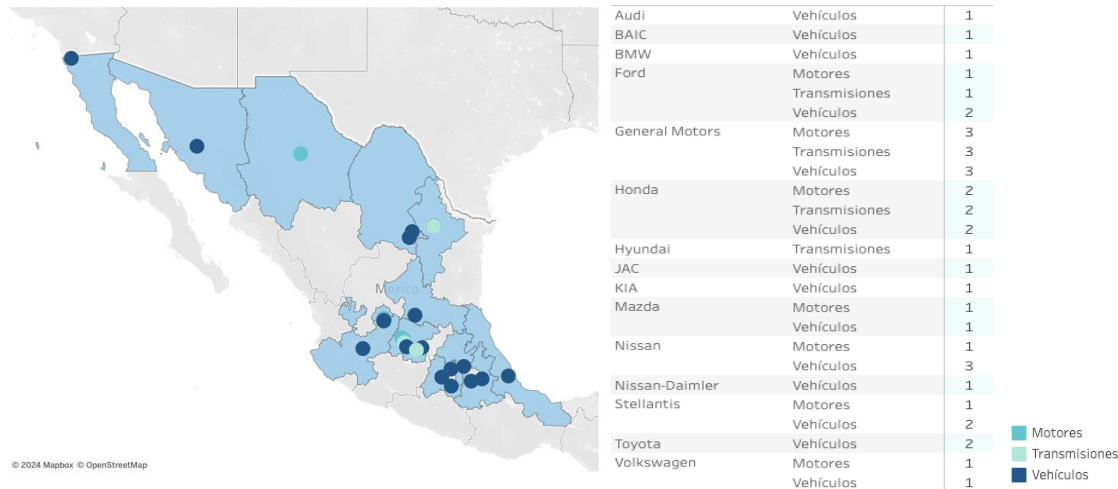
Cuadro 5. Producción de vehículos en la zona de NAFTA, año 2022.

País	Producción de vehículos	%
USA	10,060,339	68
México	3,509,072	24
Canadá	1,228,735	8
Total	4,737,807	100

Fuente: International Organization of Motor Vehicle Manufactures (OICA, por sus siglas en inglés) (2022).

De acuerdo a la AMIA (2023), en México la industria automotriz tiene presencia en 14 estados de la República Mexicana con un total de 39 plantas enfocadas en la producción de vehículos, motores y transmisiones. Los estados con participación en esta industria son: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Ciudad de México (CDMX), Morelos, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Veracruz (ver figura 2). En estas entidades se ubican 22 plantas de vehículos de 14 empresas, 10 plantas de motores de siete empresas en seis estados y siete plantas de transmisiones de seis empresas en cinco estados.

Figura 2. Empresas y tipo de producción en México de la industria automotriz, año 2021.



Fuente: tomado de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), (2024).

En México la industria automotriz tiene presencia desde 1964 con la empresa Volkswagen en el estado de Puebla, actualmente, se tiene una gran diversidad de plantas de las principales armadores a nivel mundial como son Toyota, Ford, General Motors, Stellantis, Hyundai, BMW, BAIC, Honda, Nissan, Nissan-Daimler, Mazda, JAC y Audi. Al año 2021, el número de puestos de trabajo dentro de la industria automotriz fue de 71,663 trabajadores, la producción anual de vehículos fue de 3,529,990 unidades, la de transmisiones fue 1,203,500 unidades y la de motores de 2,092,430 unidades (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Estados y empresas de la industria automotriz en México.

Estado	Empresas	Año de inicio	Tipo de producción	Capacidad de producción anual	Número de empleados
Baja California	Toyota	2004	Vehículos	137,780	1,600
Sonora	Ford	1986	Vehículos	415,000	4,111
Chihuahua	Ford	1983	Motores	681,430	2,884
Coahuila	General Motors	1981	Vehículos	240,700	5,000
Coahuila	Stellantis	1995	Vehículos	323,700	4,836
Nuevo León	Hyundai	2016	Transmisiones	207,500	500
San Luis Potosí	BMW	2019	Vehículos	145,250	2,800
Veracruz	BAIC	2017	Vehículos	8,300	S/D
Jalisco	Honda	1995	Vehículos	218,290	2,000
Aguascalientes	Nissan	1982	Motores	747,000	2,100
Aguascalientes	Nissan-Daimler	2017	Vehículos	249,000	3,600
Guanajuato	General Motors	2001	Motores	249,000	650
Guanajuato	Toyota	2019	Vehículos	166,000	2,400
Guanajuato	Honda	2015	Transmisiones	290,500	1,500
Guanajuato	Mazda	2014	Vehículos	249,000	4,600
Guanajuato	Ford	2015	Transmisiones	705,500	3,200
Guanajuato	Volkswagen	2013	Motores	415,000	1,200
Hidalgo	JAC	2017	Vehículos	4,150	1,000
Ciudad de México	Ford	1964	Vehículos	268,920	2,840



Ciudad de México	Stellantis	1964	Vehículos	249,000	3,113
Morelos	Nissan	1966	Vehículos	232,400	5,183
Puebla	Volkswagen	1964	Vehículos	498,000	11,305
Puebla	Audi	2017	Vehículos	124,500	5,241

Fuente: Elaboración con datos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), (2024).

IV. Impacto de la pandemia por la COVID-19 en la economía mexicana.

En México la crisis ocasionada por la pandemia del COVID-19 provocó un desabastecimiento de ciertos componentes intermedios y paralizó la industria automotriz no solo en México, sino en todo el mundo. A partir del 2019 se registró una disminución estructural de las ventas en todos los mercados del mundo y para el 2020 la producción mundial a vehículos retrocedió 15.8% debido a los severos efectos de la pandemia, para el 2021, la producción creció solo un 3.1%, especialmente por la escasez de semiconductores (AMIA, 2024). Con base en ello, tras la crisis sanitaria de la Covid-19, las perspectivas –al menos en el muy corto plazo–eran pesimistas; para el mes de abril del 2020 la manufactura de vehículos ligeros decreció en más del 98% con respecto al mes anterior, mientras que las exportaciones registraban una caída de casi 90% en el mismo periodo (INEGI, 2023b). Los mismos datos oficiales mostraron un balance al final del año 2020, con una reducción de la producción anual de vehículos ligeros de 20.2% y de 20.9% en las exportaciones. Carrillo y De los Santos (2022), mostraron también una reducción en la Inversión Extranjera Directa (IED) del 2019 al 2020 en más de 3 mil millones de dólares.

Chapa (2020) realizó un análisis del impacto de la Covid-19 en las regiones económicas del país, donde encontró que la región del norte fue la más afectada, ya que entro en un paro del 100% en sectores como el de maquinaria y equipo, incluida la automotriz. La autora mostró que el Valor Agregado Bruto (VAB) tuvo una reducción del 28.1% para el mes de abril del 2020 en dicha región, para el caso de la región centro-norte este fue del 21%, la región centro del 20.2% y la del sur con 14.7%. En términos del impacto en el empleo, la región norte también fue la más afectada con una



disminución del 32.5%, debido a su vocación en el sector industrial y sus vínculos con el mercado norteamericano.

Metodología

Para la presente investigación se emplea una regresión econométrica múltiple basada en un modelo auto regresivo y de medias móviles (ARMA) y al mismo tiempo se utiliza una variable cualitativa binaria de unos y ceros para capturar el efecto de la pandemia por la covid-19 sobre las exportaciones de la industria automotriz. La modelación ARMA es uno de los métodos más precisos para tratar series temporales con tendencia y estacionalidad, por lo que resulta útil para modelar series que describan el comportamiento tendencial de una variable para así garantizar pronósticos eficaces y eficientes. El modelo ARMA se caracteriza por ser un proceso estocástico estacionario, que consiste en un tipo de análisis de las series de tiempo (Box y Jenkins, 1976):

El modelo autorregresivo (AR) se describe a continuación:

$$AR_1 = Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + a_t$$

$$\text{Para toda } t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

...

$$AR_p = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t$$

$$\text{Para toda } t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

Que puede sustituirse mediante un operador de retardo B, quedando de la siguiente forma:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots + \phi_p B^p) Y_t = a_t \quad B^k(Y_t) = Y_{t-k}$$

Y el modelo de medias móviles (MA) tiene una connotación similar al modelo AR, quedando de la siguiente manera:

$$MA_1 = Y_t = \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1}$$

Para toda $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$,

...

$$MA_q = \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q}$$

Para toda $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$,

De la misma forma que el modelo AR se utiliza el operador de retardo B, quedando de la siguiente forma:

$$Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots + \theta_q B^q) \alpha_t$$

Así, al conjuntar ambos modelos, se tiene la expresión del modelo ARMA:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q}$$

Para toda $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$,

Que se puede re-escribir de la siguiente forma:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} = \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q}$$

Para toda $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$,

$$Y_t(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) = \alpha_t(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

Donde:

$Y_t = Y_t$ y α_t es ruido blanco con varianza σ^2 , con media finita μ .

Y = Exportación de vehículo terrestres y sus partes, capítulo 87 del sistema de información arancelaria vía internet, SIAVI (2007), en miles de dólares, con la periodicidad en meses.



$X_1 = \text{COVID19}$ = Variable cuantitativa dummy, 1 para el tiempo que estuvo la pandemia por la Covid-19 (2020 y 2021) y 0 para el resto de los años.

La fuente de los datos es el Banco de México (BANXICO, 2022), en el apartado de exportaciones, con un periodo de estudio que va del mes de enero de 1993 al mes de noviembre del 2022, con un total de 350 observaciones.

Supondremos además que ϕ_1 es diferente de θ_1 , para que $(1 - \phi_1 B)$ sea diferente de $(1 - \theta_1 B)$ y no tengan un ruido blanco. Y que cumplen las condiciones de estacionariedad $|\phi_1| < 1$ y de invertibilidad $|\theta_1| < 1$.

Las integraciones AR no pueden representar series de memoria muy corta, ya que el valor actual de la serie sólo está correlacionado con un número bajo de valores anteriores al de la serie; las integraciones MA son función de un número finito de iteraciones.

Resultados y discusión

Para el análisis del comportamiento de las exportaciones de la industria automotriz en México luego de los efectos de la pandemia por la Covid-19 con la técnica econométrica de modelos de regresión ARMA, se corrieron decenas de regresiones, donde la regresión más eficiente se presentan en la tabla 1.



Tabla 1. Modelo ARMA para determinar las exportaciones de la industria automotriz y los efectos de la covid-19 en miles de dólares.

VARIABLES	COEFICIENTES
Constante (C)	6,494,943
COVID19 (X ₁)	-1,283,002**
AR(1)	.2769***
AR(2)	.251794***
AR(3)	.78606***
AR(4)	-.316086***
MA(1)	.452549***
MA(2)	-.161001***
MA(3)	-.759319***
R^2	0.9433

Akaike 30.017

Elaboración propia en E-views con la base en BANXICO 1993-2022

Nota: ***significante al 1%, **significante al 5%, *significante al 10%.

El intercepto **C**, indica que existen condiciones favorables en las exportaciones de la industria automotriz en México, ya que inicia con un valor de su producción en zona positiva con 6,494,943 mil dólares, y debido a que este valor es autónomo no depende de ninguna variable. La variable **X₁** captura el efecto de los periodos que se tuvieron por la pandemia en las exportaciones de la industria automotriz en México, indicando que la covi-19 generó una caída equivalente a



1,283,002 mil dólares en las exportaciones de la automotriz.

En cuanto a las variables autorregresivas, **AR₁** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones del mes anterior en 276.9 dólares; así mismo **AR₂** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones del mes anterior en 251.7 dólares; de la misma manera **AR₃** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones del mes anterior en 786.06 dólares; por último **AR₄** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones del mes anterior en -316.08 dólares.

Por otro lado, analizando las medias móviles, **MA₁** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones promedio del último mes en 452.5 dólares.

Por su parte **MA₂** indica que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones promedio del último bimestre en -161 dólares; lo que muestra que el valor de las exportaciones de la industria automotriz tiene relación con las exportaciones promedio del último trimestre en -759.3 dólares. Donde cada una de las variables independientes autorregresivas y de medias móviles son estadísticamente significativas al 99%.

En cuanto al valor que toma el **R-cuadrado** es de .9433, recordando que este valor refleja el ajuste del modelo tomando valores entre 1 y 0, por lo que este modelo se ajusta en buena media; el valor de referencia de **Akaike** siendo el menor de todos los modelos que se estimaron, por lo que hacen este modelo el mejor.

La tabla 2 indica la correlación de los residuos, donde el análisis gráfico de las barras al no superar las bandas de confianza indica que los residuos son estacionarios, haciendo que el modelo mismo sea estacionario.



Tabla 2. Correlograma de la regresión

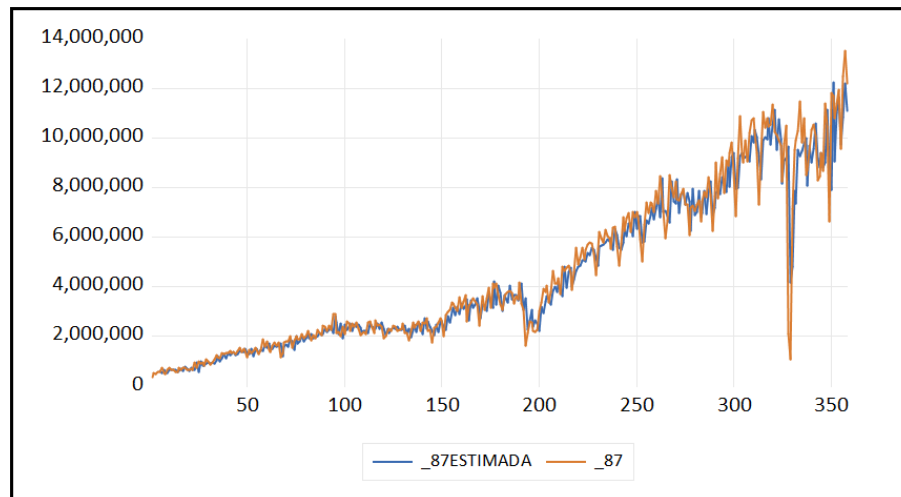
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.020	-0.020	0.1506	
		2	-0.029	-0.029	0.4494	
		3	-0.097	-0.099	3.8846	
		4	-0.057	-0.063	5.0658	
		5	0.042	0.034	5.7246	
		6	0.027	0.016	5.9962	
		7	0.003	-0.005	6.0005	
		8	-0.034	-0.030	6.4326	
		9	-0.049	-0.043	7.3287	0.007
		10	-0.032	-0.036	7.7096	0.021
		11	-0.015	-0.028	7.7982	0.050
		12	0.121	0.107	13.289	0.010
		13	-0.123	-0.131	18.972	0.002
		14	0.019	0.017	19.105	0.004
		15	-0.013	0.004	19.165	0.008

Elaboración propia en E-views con la base en BANXICO 1993-2022

Lo anterior muestra el cumplimiento del supuesto de ser un proceso puramente aleatorio donde el correlograma se reduce a un segmento de longitud unitaria con las siguientes condiciones (ver figura 3 y 4):

$$U = E(Y_t) = 0, \quad g_0^2 = \text{var}(Y_t), \quad g_k = \text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = 0 \quad k = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

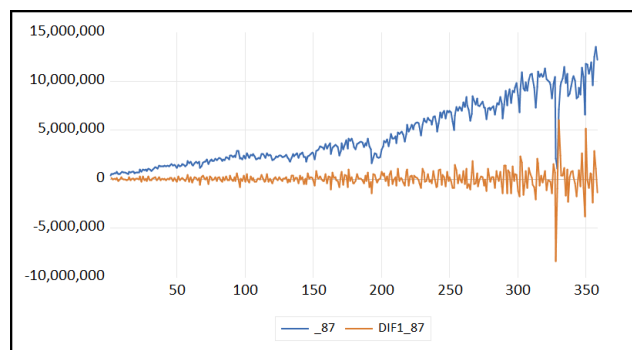
Figura 3. Serie estimada (_87ESTIMADA) VS serie real (_87) en miles de dólares.



Elaboración propia en E-views con la base en BANXICO 1993-2022

De la figura 4 se observa en perspectiva que la serie original (_87) tiene una tendencia por lo tanto la serie es no estacionaria, pero al aplicar la primera diferencia (DIF1_87) la serie ya no tiene tendencia y más o menos tiene una variabilidad constante.

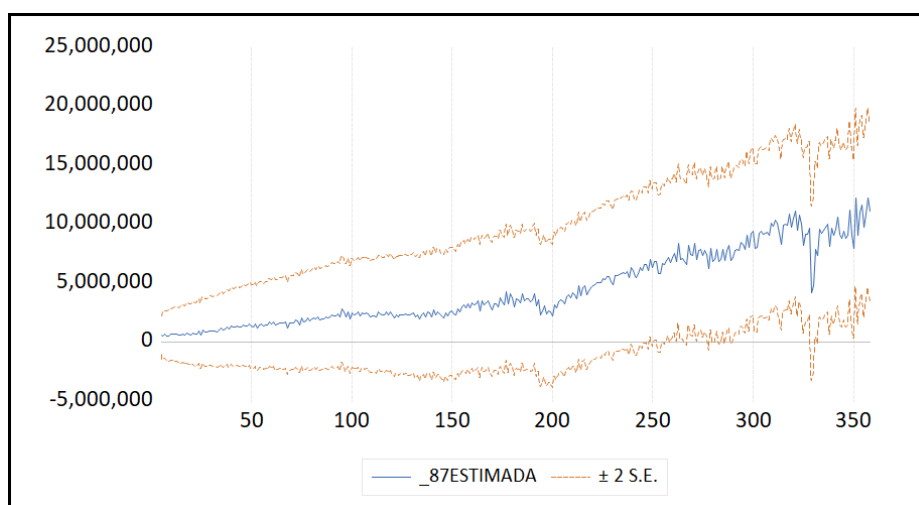
Figura 4. Serie real (_87) VS serie AR (1) (DIF1_87) en miles de dólares.



Elaboración propia en E-views con la base en BANXICO 1993-2022

De la figura 5 se puede observar la tendencia que siguieron las exportaciones de la industria automotriz, donde del mes de enero del año 1993 (mes 1) al mes de febrero del año 2022 (mes 350) se nota una tendencia alcista, tocando un máximo de producción por encima de 10,000,000 mil dólares, y que con la llegada de la crisis por la covid-19 hubo una caída sustancial en las exportaciones, tocando mínimos que incluso están por debajo de los niveles de exportación que se tenía en el año 2007.

Figura 5. Predicción del modelo en miles de dólares.



Elaboración propia en E-views con la base en BANXICO 1993-2022

Limitaciones

Las principales limitaciones que se encontraron en la investigación fue que la serie no contenía la desagregación por componente o referencia a las autopartes o a vehículos nuevos, adicionalmente, a que se trata de un estudio a nivel macroeconómico de México como un todo. De acuerdo con Carbajal et al. (2016), sería deseable conocer el comportamiento de las 14 entidades federativas que presentan una fortaleza en la industria automotriz y observar su comportamiento en las exportaciones post Covid-19.



Conclusiones

Bajo el contexto de la crisis por la Covid-19, las exportaciones manufactureras automotrices hacia Estados Unidos (principal socio comercial) y en general al resto del mundo, tuvieron una pérdida abrupta, no solo por el paro técnico que sufrió dicha industria a consecuencia de las medidas sanitarias y restrictivas que impuso el gobierno de México para detener los contagios del virus, sino también por el cierre de fronteras y con esto la parálisis del comercio de todo el mundo, ocasionando una nula recepción de insumos y componentes requeridos por el sector automotriz. Este escenario puso de relieve la necesidad de mejorar las cadenas productivas, la infraestructura y catalogar a la industria automotriz permanentemente como un sector esencial para la economía del país, con el fin de disminuir las afectaciones de la capacidad productiva y exportadora de la industria en futuros escenarios de crisis similares.

El objetivo de la investigación se cumplió, se generó un abanico de pronósticos para la serie temporal referente a las exportaciones de equipo automotriz mediante el uso del modelo ARMA, incluyendo un tratamiento cualitativo con ayuda de una variable dicotómica para estimar el efecto que tuvo la crisis por la pandemia de la covid-19 sobre la industria automotriz, y que dados los resultados se demostró una caída en las exportaciones de dicha industria, en promedio de 1,283,002,000 dólares por mes, es decir esta cifra refleja el costo de oportunidad de lo que se dejó de exportar a todo el mundo.

Asimismo, en respuesta a la pregunta de investigación, se afirma que los efectos adversos de la pandemia en el sector exportador de la industria automotriz fueron de corto alcance, es decir, se logró una recuperación casi inmediata del sector, lo que se sustenta en la fortaleza de la industria automotriz nacional y el dinamismo del mercado mundial. La literatura confirma la existencia de algunas características propias de este sector, tales como la aglomeración, los encadenamientos empresariales y productivos y las externalidades (Castillo, 2023). Así como el aglutinamiento de plantas industriales en territorios específicos, como los 14 estados de la República mexicana que presentan presencia y fortaleza automotriz cuya base se encuentra en el fuerte impulso a parques y complejos industriales (Carbajal et al., 2016; Rodríguez, 2003). Lo anterior enmarcado en la entrada





en vigor del Tratado de Libre Comercio en enero de 1994 y reformulado en el reciente T-MEC en julio de 2020.

En el mismo sentido, se puede afirmar que la industria automotriz es una industria consolidada, integrada y resiliente a efectos adversos, sobre todo globales. Las lecciones de la pandemia mostraron que, a pesar de la resiliencia de la industria, la acción gubernamental es fundamental para la recuperación, sobre todo en el ámbito interno.

Referencias

- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), (2024). <https://www.amia.com.mx/about/vehiculos-mexico/>
- Ayala, R. F., y Bucio, C. (2020). Modelo ARIMA aplicado al tipo de cambio peso-dólar en el periodo 2016-2017 mediante ventanas temporales deslizantes. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 15(3), 331–354. <https://doi.org/10.21919/remef.v15i3.466>
- BANXICO. (2022). *Sistema de Información Económica (SIE)*. Estructura de información (SIE, Banco de México). <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE173&locale=es>
- Box, G. E. P., y Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden Day.
- Campos, H., y Rodil, Ó. (2021). Las dos caras de la inserción de México en la cadena de valor automotriz: Dimensión económica e impacto medioambiental. *El Trimestre Económico*, 88(352), Article 352. <https://doi.org/10.20430/ete.v88i352.1237>
- Carbajal, Y., Almonte, L. de J., Mejía Reyes, P., Carbajal Suárez, Y., Almonte, L. de J., y Mejía Reyes, P. (2016). La manufactura y la industria automotriz en cuatro regiones de México. Un análisis de su dinámica de crecimiento, 1980-2014. *Economía: teoría y práctica*, 45, 39–66.





http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-33802016000200039&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Carbajal, Y., y Carrillo, B. (2017). Relación comercial México-Estados Unidos: ¿cuáles son las cifras al inicio de la era Trump. *Economía Actual*, 10(2), 3–8.

Carrillo, J., y De los Santos, S. (2022). *México: Políticas industriales para el aprovechamiento del T-MEC y las políticas expansivas en los Estados Unidos* (2022nd ed., 1–1). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47984-mexico-politicas-industriales-aprovechamiento-t-mec-politicas-expansivas-estados>

Castellanos, J. (2016). Industria automotriz y TLCAN: Las empresas estadounidenses. *Ola Financiera*, 9(25), Article 25. <https://doi.org/10.22201/fe.18701442e.2017.25.57736>

Castillo, J. (2023). Globalización y localización de la industria aeroespacial en México. *Intersticios sociales*, 26, 181–201. <https://doi.org/10.55555/IS.26.517>

Chapa, J. (2020). Impacto económico del Covid-19 en las regiones de México. CIENCIA UANL No.102 julio-agosto. DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl23.102-1>

Godínez, L., Figueroa, E., y Pérez, F. (2020). *Análisis del mercado interno y externo del sector automotriz en México*. UNAM-AMECIDER. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109611>

INEGI. (2023a). *Producto Interno Bruto Trimestral, Año base 2018*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=20&vr=1&in=2&tp=20&wr=1&cno=1&i_drt=3257&opc=p

INEGI. (2023b). *Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros* [INEGI Datos abiertos]. https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/#datos_abiertos

Linares, J. (2020). La industria automotriz en México y el T-MEC: Retos y perspectivas. In *Factores críticos y estratégicos en la interacción territorial desafíos actuales y escenarios futuros: Vol. IV* (pp. 169–190). Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores. <http://ru.iiec.unam.mx/5217/>

Murillo, B., y Carbajal, Y. (2023). Industria automotriz en la región del TLCAN. Un análisis del valor agregado en las exportaciones bilaterales. *Noésis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 32(63), Article 63. <https://doi.org/10.20983/noesis.2023.1.3>





Organización Internacional de Constructores de Automoviles, (OICA) (2022), www.oica.net.

Rodríguez. (2003). Análisis del Parque Industrial de Calera, Zacatecas: Alcances y limitaciones de un proyecto planeado. *Carta Económica Regional*, 83, Article 83. <https://doi.org/10.32870/cer.v0i83.5862>

Rodríguez, M., y Sánchez, L. (2017). *Seminario sobre Trabajo y Desigualdades de El Colegio de México*. COLMEX. <https://trades.colmex.mx/apunte/el-futuro-del-trabajo-automotriz-en-mexico>

Roldán, L. (2019). *La industria automotriz mexicana ante las nuevas reglas del tratado entre México, Estados Unidos y Canadá*. 107. <http://repositorio-digital.cide.edu/handle/11651/3687>

SE. (2021). *Información estadística general de flujos de IED hacia México desde 1999*, *Reportes estadísticos de IED, Secretaría de Economía-Gobierno de México [base de datos en línea]*. gov.mx. <http://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa?state=published>

SIAMI. (2007). *Sección XVII Material de Transporte, capítulo: 87 Vehículos automóviles, tractores, velocípedos y demás vehículos terrestres; sus partes y accesorios*. Tarifa de la LIGIE 2007. <http://www.siicex-caaarem.org.mx/bases/tigie2007.nsf/0f7446d66c47838506256b9200692953/aacedeca563b61f98625730f00752f05?OpenDocument>

Sica, D. E., Scarlan, M. A., Rossini, D. E., Beinstein, J., y Figueroa, D. E. (Eds.). (2014). *El futuro de la industria automotriz en el mundo 2025: Fuerzas impulsoras y tecnologías clave para su desarrollo en el marco de políticas que promuevan la calidad de vida y la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales* [Recurso electrónico]. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. <https://eco.biblio.unc.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=30263>

Valencia, J. B., Paniagua, C. F. O., y Hernández, M. Á. B. (2021). Indicadores de Competitividad de la Industria Automotriz de México, 2005-2020. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 15(15), Article 15. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/2083>





Año 17 / Núm. 42 / - julio – diciembre 2024
 Revista de Investigación Académica sin Frontera
 ISSN 2007-8870



REVISTA DE
 INVESTIGACIÓN ACADÉMICA SIN FRONTERA



[Neliti - Indonesia's Research Repository](#)

