

# La industria automotriz en el estado de Querétaro: ¿cambio estructural?

---

The automotive industry in Queretaro state:  
a structural change?

Humberto Banda Ortiz  
*humberto.banda@gmail.com*

PhD en Management Sciences por la Esade Business School. Profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Denise Gómez Hernández  
*actdenise@gmail.com*

PhD en Ciencias Actuariales por la Cass Business School. Profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Luis Alejandro Carrión Ruiz  
*alcarru@gmail.com*

Licenciado en Economía por la Universidad Autónoma de Querétaro. Asistente de investigación de la misma Universidad.

Correspondencia: Priv. San Isidro 35-702 Col. Reforma Social C. P. 11650 Ciudad de México (México).

## Resumen

Las empresas de autopartes y automotrices tienen una larga historia en México. La industria automotriz mexicana ha tenido en las últimas dos décadas una importante expansión en todo el país, a tal grado que en la actualidad aporta más al PIB nacional que varios estados de la República. Debido a la importancia que tiene la industria automotriz para México y para el estado de Querétaro, resulta relevante determinar si la producción manufacturera de este estado y las exportaciones nacionales del sector permanecen estables en el tiempo. El presente estudio tiene como finalidad determinar si la producción y las exportaciones de la industria automotriz de Querétaro fueron afectadas por las perturbaciones externas que experimentó el país. Para poder identificar si hubo un cambio o no en la industria automotriz, se utilizaron dos modelos con dos pruebas distintas de estabilidad estructural, debido a los escasos datos sobre la industria automotriz en el estado. En el análisis de los principales indicadores de producción, de exportación de la industria automotriz y de manufactura, se identificaron claramente tres momentos de la industria: el primero antes de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, el segundo es el lapso comprendido entre 1994 y 2007 (periodo previo a la crisis financiera en los Estados Unidos y Europa) y el tercero es en el que actualmente nos encontramos que abarca de 2008 a la fecha.

**Palabras clave:** *industria automotriz, cambio estructural, prueba de Chow.*



## Abstract

The auto parts and automotive companies have a long history in Mexico. The Mexican automotive industry has had major expansion in the last two decades throughout the country, insomuch that today this industry contributes more to GDP than several states of the Mexican Republic. The importance of the automotive industry in Mexico and the state of Queretaro is relevant to determine whether the manufacturing of Queretaro and national sector exports remain stable over time or were affected by external shocks faced by the country. We used a regression model validated through Chow test.

**Keywords:** *automotive industry, structural change, chow test.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Tras las crisis económicas de la década de 1980, México inició un proceso de apertura comercial e industrialización, y fue la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) el 17 de diciembre de 1992 uno de los principales acontecimientos en este proceso de apertura económica y comercial. Desde la firma del TLCAN son varios los sectores en México que se han visto afectados por el intercambio comercial que tiene con los países de Norteamérica, entre los que se encuentran la industria textil, la de manufactura de electrónicos y de manera particular la industria automotriz.

La industria automotriz mexicana, que no solo está conformada por fábricas armadoras, sino que incluye una compleja red de proveedores de autoparte, ha tenido en las últimas dos décadas una importante expansión en todo México, principalmente en las regiones del norte, centro y centro-norte del país. De 1990 a 2015 la producción de autopartes y de automóviles se duplicó pasando de 1.4 % del PIB a 3.02 %,

La industria automotriz aporta más al PIB nacional que varios estados de la República, como es Sonora, Coahuila e incluso Querétaro (Inegi.org.mx, 2016). Este crecimiento de la industria automotriz ubicó a México en 2014 por primera vez como el séptimo productor de automóviles en el mundo y el primero de América Latina (Promexico.gob.mx, 2016b).

El presente artículo se estructura de la siguiente manera: en la segunda sección, se presenta un resumen de la industria automotriz en México. En la tercera, se expone el desarrollo y la composición de la industria automotriz en Querétaro. En la cuarta, se plantea la metodología y el modelo para determinar si existe un cambio estructural en la industria automotriz queretana. En la quinta, se plantean los resultados obtenidos en la aplicación del modelo. Y en la sexta, se presentan las conclusiones.

## 2. LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

En el ámbito internacional, la industria automotriz es una de las más importantes, tanto por el tamaño de las empresas que la conforman, las cuales tienen una producción conjunta de más de dos mil billones de eu-

ros al año, como por el nivel de ocupación de la población, más de nueve millones de empleos directos, lo cual hace que tenga un alto efecto en el empleo. Las estimaciones de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles muestran que cada empleo dentro de la industria genera cinco empleos indirectos (*Oica.net*, 2016). Este efecto indirecto en el empleo se logra por la compleja cadena de producción que generan los fabricantes de automóviles, donde para satisfacer la producción global se entrelazan productores de materias primas, como fibras y metales; empresas pertenecientes a la industria de transformación, como la petroquímica, la electrónica; e incluso empresas de sector financiero.

Las empresas de autopartes y automotrices tienen una larga historia en México, que se remonta al establecimiento de una línea de ensamble de Ford en 1925; diez años después se establecería General Motors. Automex, que posteriormente se convertiría en Chrysler, fue la última de las tres grandes automotrices norteamericanas en instalarse en México (Vicencio Miranda, 2007). Durante los primeros años, la industria automotriz mexicana se caracterizó por sus bajos costos de producción, de transporte y de mano de obra, además de que existía un mercado incipiente que deseaban conquistar.

De acuerdo con lo planteado por Vicencio Miranda (2007), en 1962, la industria automotriz mexicana sufrió una primera transformación en el país, cuando el Gobierno mexicano emitió un decreto automotor que tenía como objetivo proteger la industria nacional e implementar un modelo de sustitución de importaciones, que propició la instalación de la planta de producción de Volkswagen, de Nissan y nuevas plantas de Ford, GM y Chrysler. Posteriormente, en 1972, un nuevo decreto entró en vigor, cuya finalidad era promover las exportaciones y limitar la importación de las empresas. En 1992, con la entrada en vigor del TLCAN, se terminaría una era de intervención del Gobierno mexicano como regulador y director de la industria automotriz para dar paso al libre mercado en el sector.

La entrada en vigor del TLCAN trajo consigo una expansión en la industria automotriz. En el periodo comprendido entre 1994 y 2011, el sector automotor creció 2.2 veces más que el país y 2 veces más que la industria

manufacturerera en conjunto (*Globalconnections.hsbc.com*, 2015). En 2011, la producción del sector automotor creció cuatro veces más que el PIB nacional (16.9 % frente a 3.9 %).

Para 2013, las inversiones del sector automotor y de autopartes representaron cerca de 19.5 % del total de la inversión extranjera directa. En 2006-2012 fue cerca de 10 %. Para 2015, se tenían contabilizadas 36 plantas productivas de automóviles o tractocamiones en México, distribuidas a lo largo de 14 estados (*Promexico.gob.mx*, 2016b), es decir que más de un tercio de las entidades federativas tiene una empresa productora de autotransportes.

Como se mencionó, la industria automotriz no solo está conformada por empresas y fábricas armadoras, sino que, más bien, es una larga cadena productiva que propicia la aparición de clústeres. En el ámbito internacional, los clústeres automotores más importantes en el mundo son estos: el CARS, en Alemania; el AC, en Austria; y el Transportation Equipment Cluster, en Canadá.

Respecto de México, se pueden identificar fácilmente cuatro clústeres. El primer clúster es el de fabricación de vehículos ligeros y sus motores (automóviles), el segundo el de fabricación de vehículos pesados y sus motores (camiones), el tercero está formado por centros de investigación y desarrollo y el cuarto, el autopartero, que suministra componentes y piezas a las empresas armadoras.

Los diferentes clústeres de la industria automotriz se encuentran distribuidos a lo largo del país dentro de tres regiones: norte, centro y centro-norte. Dentro de estas regiones existen estados en los cuales se ha desarrollado más ampliamente la industria (como Guanajuato, el estado de México, Coahuila y Querétaro), debido a la apertura comercial y a la situación geográfica que tienen. Dichos estados han recibido múltiples inversiones de empresas automotrices para establecer sus plantas armadoras dentro de su territorio y abastecer los mercados norteamericanos y europeos. Adicionalmente, en estos estados se han establecido empresas armadoras (figura 1) y empresas que suministran autopartes y desarrollan tecnología para ellas.



Fuente: *Promexico.gob.mx* (2016a).

**Figura 1.** Empresas armadoras por estado

A finales de 2008, el Banco Nacional de México reportaba la caída de las exportaciones automovilísticas a los Estados Unidos similares a los de 1981, con lo cual quedó de manifiesto el efecto de la crisis financiera para dicha industria. Sin embargo, también pronosticaba que el sector lideraría la recuperación (Banco Nacional de México, 2009). Para justificar esto, afirmaba que México había desarrollado tres fuentes de competencia, que presagiaban un mayor crecimiento en la producción de automóviles, las cuales son:

1. El aumento del valor agregado en el ámbito local, debido al desarrollo tecnológico y el aumento de personal capacitado.
2. La flexibilidad de las empresas para adaptarse a un mercado cambiante en sus demandas (una producción variable y que se ajusta fácilmente a las tendencias del mercado).
3. El crecimiento global que ha experimentado el sector gracias a su diversidad de producción (Banco Nacional de México, 2009).

Respecto del estado de Querétaro, a pesar de no contar con una planta armadora de automóviles, es sede de importantes empresas de autopartes

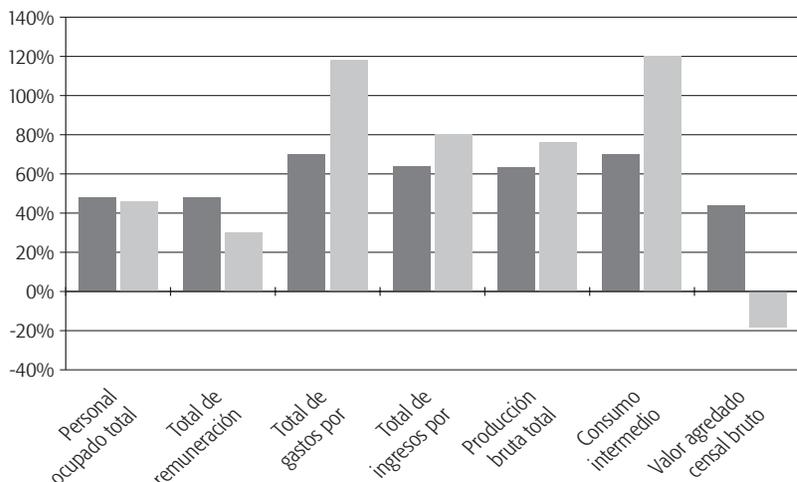
que maquilan diversos productos y dispositivos a las diversas marcas de automóviles. En la siguiente sección, se profundizará en el desarrollo de la industria automotriz en el estado de Querétaro.

### 3. LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No obstante no existir una planta armadora de automóviles, el estado de Querétaro es el centro de operación de importantes empresas internacionales de autopartes, las cuales maquilan diversos productos y dispositivos a las diversas marcas de automóviles, además de que cuenta con tres armadoras de tractocamiones (Scania, Man y Neohyundai) (*Inegi.org.mx*, 2016) y con diversos centros de desarrollo tecnológico que colaboran con las empresas fabricantes de automóviles (*Promexico.gob.mx*, 2016b).

En el estado de Querétaro, la industria automotriz ha desempeñado un importante papel en la industrialización del estado, un ejemplo de esto es el establecimiento de la empresa Tremec (Transmisiones y Equipos Mecánicos SA de CV) en 1964 en el estado y el municipio de Querétaro; cabe destacar que esta empresa es actualmente referente de desarrollo tecnológico automotor en el ámbito internacional. Asimismo, en la década de 1970, se instaló la empresa de neumáticos Uniroyal, la cual en 1990 fue adquirida por la empresa Michelin.

Con la entrada en vigor del TLCAN se originó el inicio de la expansión de la industria automotriz. Esta industria creció 165 % en aproximadamente dos décadas, al pasar de 49 empresas que colaboraban en el sector en 1999 a 130 empresas en 2014. Respecto de la última década, el incremento de las empresas de autopartes y automotrices fue de 54 %, los empleos relacionados directamente con el sector crecieron en 113 % (figura 2) y el salario pagado a los trabajadores se incrementó 90 %. En cuanto a la productividad del sector, esta creció 86 % y la producción en el ámbito nacional total se amplió cerca de 180 %.



Fuente: Elaboración propia con datos de *Inegi.org.mx* (2016).

**Figura 2.** Variación porcentual de los principales indicadores de los últimos tres censos

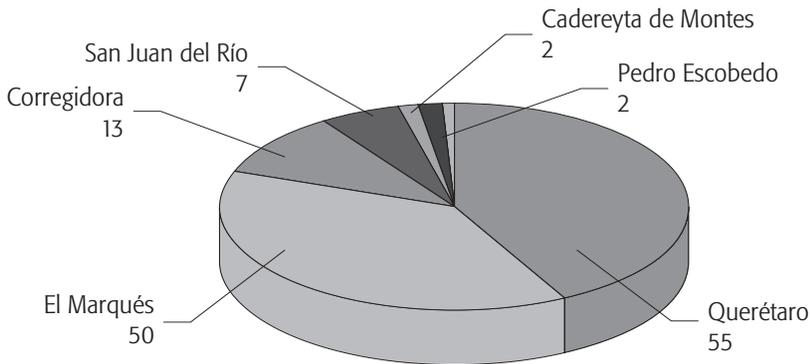
Asimismo, en el periodo 2007-2015, las exportaciones por fabricación de equipo de transporte crecieron 170 % que pasó de US\$1 700 000 a poco más de US\$4 500 000.

El incremento que ha tenido la industria de autopartes y automotriz queretana plantea la relación que existe con la industria automotriz de México. La producción industrial queretana tiene una fuerte relación con la industria automotriz, la correlación entre ambas es de 0.80 y el efecto que tiene la fabricación de vehículos sobre la producción queretana es de cerca de 70 centavos por cada peso que fábrica de automóviles, lo cual pone de manifiesto los beneficios que trae al Estado el establecimiento de empresas armadoras en los estados vecinos.

Esta relación positiva entre la industria queretana y la industria automotriz nacional es una fortaleza del estado, sobre todo si se considera que se calcula que las inversiones de dicha industria para 2016 serán de entre US\$6 y US\$7 millones solamente.

Como se mencionó, en 2014, existían en Querétaro 130 empresas que participan directamente en la industria automotriz y de autopartes, las cuales proporcionan empleo a cerca de 34 000 personas. Estas empresas se encuentran establecidas en 24 clústeres industriales, distribuidos en 7 municipios (figura 3). Los dos municipios más importantes son el de Querétaro, donde se encuentran 42 % de las empresas, y El Marqués, donde están establecidas 38 % de las empresas. En conjunto, en ambos municipios, se encuentra más de 80 % de la industria del estado.

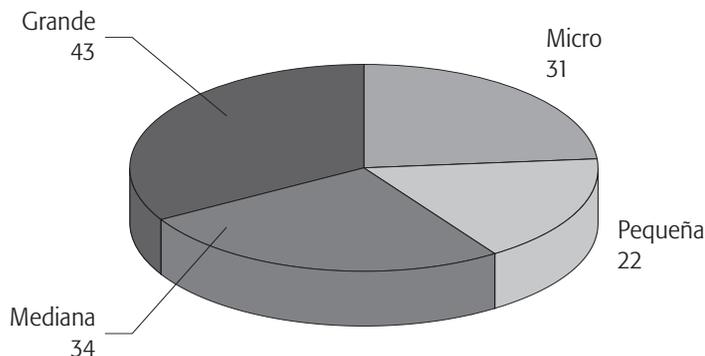
Respecto del tamaño, 44 empresas cuentan con más de 251 empleados, por lo que se consideran empresas grandes, lo cual representa 33 % de industria. Un 26 % de ellas, 34 empresas, cuenta con entre 51-250 trabajadores, por tal razón son clasificadas como medianas. El 24 % de los participantes en este sector son microempresas, con 31 firmas registradas. Por último, se encuentran las pequeñas empresas que representan 17 % (figura 4).



Fuente: Elaboración propia con datos de *Inegi.org.mx* (2016).

**Figura 3.** Empresas establecidas en Querétaro por municipio

Como se puede apreciar por lo planteado en los párrafos anteriores de esta sección, en Querétaro se pueden identificar dos momentos distintos: el primer momento sería la primera década del TLCAN y el segundo de 2008 a la fecha. Si existe un cambio estructural o no en dichos periodos, será el tema que se analizará en los apartados siguientes.



Fuente: Elaboración propia con datos de *Inegi.org.mx* (2016).

**Figura 4.** Empresas establecidas en Querétaro por tamaño

Como se puede apreciar por lo planteado en los párrafos anteriores de esta sección, en Querétaro se pueden identificar dos momentos distintos: el primer momento sería la primera década del TLCAN y el segundo de 2008 a la fecha. Si existe un cambio estructural o no en dichos periodos, será el tema que se analizará en los apartados siguientes.

#### 4. CAMBIO ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ QUERETANA

##### Cambio estructural

Cuando se analizan series de tiempo no siempre resulta factible identificar tendencias de largo plazo. Una tendencia es una línea que expresa dirección observada dentro de la curva que se forma en una serie de tiempo (Hellwig, 1963); es decir, una tendencia es la pendiente que muestra la línea de regresión de cualesquiera serie de tiempo. Esta tendencia muestra un comportamiento estable, o no, de los fenómenos objeto de estudio.

Para Gujarati y Porter (2009), un cambio de tendencia se presenta cuando los parámetros del modelo no permanecen constantes a lo largo del periodo de estudio. De acuerdo con Böhle y Punzo (2001), el cambio de

tendencia se exterioriza cuando existe un cambio en la relación entre los factores y sectores que se están analizando. Dichos cambios pueden ser derivados de perturbaciones externas o internas. Cabe resaltar que ellos se pueden dar debido a variaciones tecnológicas o culturales, como el cambio estructural en el precio de internet y de la telefonía causado por la reforma a la ley de telecomunicaciones.

En el presente estudio, es factible identificar un cambio en la política económica del sector automotor mexicano a causa de la firma del TLCAN, en el que se permitió la libre importación y exportación de automóviles y autopartes a los Estados Unidos y Canadá, lo cual a la postre provocaría un aumento en el consumo de automóviles, el incremento de las exportaciones mexicanas y el establecimiento de mayores empresas dedicadas a la fabricación de autopartes y automóviles.

Además de los cambios causados por la implementación de políticas TLCAN, Wang (2010) plantea la existencia de un cambio estructural ocasionado por la crisis financiera de las hipotecas de los Estados Unidos, la cual afectó principalmente la demanda de bienes duraderos.

Otro factor que tuvo consecuencias en el consumo de bienes duraderos fueron los créditos al consumo. No es factible determinar con certeza el efecto que tuvieron los cambios en las políticas de crédito, por dos razones: la primera es que ha sido la única vez que se aplican tales políticas en la mayoría de las economías desarrolladas y la segunda porque su aplicación sigue vigente. Lo que sí resulta factible es identificar si se presentó, o no, un cambio en la tendencia del comportamiento de las exportaciones, en la fabricación y en el consumo de automóviles en México y, de manera particular, en el estado de Querétaro.

Entre los estudios en los que se plantea la presencia de cambios estructurales en la industria automotriz mexicana, se encuentran las tesis presentadas en la Universidad de las Américas de Puebla (Fernández Domínguez, 2005) y en la Universidad Autónoma de Nuevo León (Porchini Cano, 2012). En la siguiente sección, se expone la metodología empleada para determinar si existió o no un cambio estructural en el sector automotor en Querétaro.

## Metodología

Con la identificación de los dos cambios estructurales en el sector automotor planteados en la sección anterior (la firma del TLCAN y la crisis de las hipotecas), en la presente sección, se propone identificar si se produjo o no un cambio estructural en la industria automotriz en México, y en especial del estado de Querétaro, durante los periodos de precrisis, de crisis y poscrisis financiera de las hipotecas.

Para poder identificar si hubo un cambio o no en la industria automotriz en el estado de Querétaro, se utilizaron dos modelos con dos pruebas distintas de estabilidad estructural, debido a los escasos datos sobre la industria automotriz en el estado.

A partir de los datos presentados en los censos económicos de 1999, 2004, 2009 y 2015, fue factible la construcción de una matriz para Querétaro que muestra el valor de la producción, el consumo intermedio, el número de trabajadores, el número de empresas y el pago de remuneraciones en la industria automotriz del estado. Con dicha matriz, se procedió a determinar la estadística descriptiva del sector en la última década.

La información de los censos económicos de 2004 representa la industria automotriz queretana en el periodo previo de la crisis; la información del censo de 2009, el periodo de inicio de la crisis, muestra datos de 2008; y el censo de 2015 da a conocer datos de la industria en el periodo poscrisis.

Cabe resaltar que los datos que se presentan en los censos económicos son una fuente importante para realizar estudios de corte transversal y descriptivo, pero resultan insuficientes para poder conocer el cambio estructural en la industria automotriz en Querétaro. Para poder solucionar este problema e identificar claramente la existencia de un cambio, se utilizaron indicadores trimestrales de producción manufacturera para el estado y las exportaciones totales de la industria manufacturera en el ámbito nacional; con estas dos variables, se relacionó la industria manufacturera queretana con las exportaciones de la industria manufacturera nacional y se analizaron utilizando la prueba Chow, la cual se expondrá en la siguiente sección.

También se llevó a cabo un estudio estructural de la industria automotriz en el ámbito nacional, por medio del uso de variables dicótomas. Para este estudio, se utilizaron datos trimestrales proporcionados por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz sobre ventas, fabricación y exportación de vehículos.

### **El modelo y su aplicación**

Para evaluar la estabilidad estructural o la estabilidad paramétrica de las series de tiempo analizadas, se utilizó la prueba de Chow, lo cual implicó correr tres modelos de regresión; las dos primeras muestran los subperiodos y abarcan el periodo previo y posterior al cambio estructural. Cabe señalar que la prueba de Chow parte del supuesto de que los errores de los subperiodos están normalmente distribuidos y presentan una misma varianza, además de que los términos del error estén independientemente distribuidos.

Para determinar la existencia de un cambio estructural en la producción manufacturera de Querétaro y las exportaciones del sector automotor nacional, se utilizaron las series de tiempo obtenidas de las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. La primera serie de tiempo, la de la producción manufacturera, cuenta con datos mensuales que abarcan de 1993 a 2013. Para la segunda serie de tiempo, las exportaciones del sector automotor, se tomaron como fuente los indicadores de sector externo para la industria automotriz y sus partes, del periodo 1993 a 2013.

La serie de exportaciones del sector automotor reporta el valor monetario en miles de dólares, además de ser una serie que presenta estacionalidad; mientras que la serie de producción manufacturera es un número índice con valor 100 en 2008 y se presenta desestacionalizada. Para asemejar ambas series de tiempo, primeramente se desestacionalizó la serie de las exportaciones del sector automotor utilizando el método de promedios móviles multiplicativo, que busca eliminar el factor estacional de la serie y promediarlo para calcular una constante por la que se ajustan los distintos periodos en los que se divide una serie de tiempo en un año. La ecuación utilizada fue:

$$X_t = TC_t * E_t * u_t \quad (1)$$

Donde:

X = dato observado en la serie original

TC = componente de tendencia-ciclo

E = componente estacional

u = componente aleatorio

t = tiempo

Una vez desestacionalizada la serie de exportaciones por sector automotor, se calculó un número índice con la finalidad de estudiar las fluctuaciones o variaciones de los valores de una serie de tiempo. Para simplificar el estudio y seguir el procedimiento del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se transformó la serie en un número simple con el valor medio para 2008. La ecuación utilizada fue:

$$X_{it} = \frac{X_t}{\frac{1}{12} \sum_{01/2008}^{12/2008} X_t} \quad (2)$$

Donde:

$x_i$  = número índice para el mes observado

X = valor monetario observado

t = tiempo

Una vez desestacionalizada e indizada la serie de tiempo de las exportaciones por sector automotor, se procedió a plantear tres ecuaciones, de acuerdo con los requerimientos de la prueba de Chow. Las ecuaciones resultantes por periodo fueron:

$$\text{Periodo 1993-2007: } Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + u_{it} \text{ con } n_1 = 144 \quad (3)$$

$$\text{Periodo 2008-2013: } Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_{2t} \text{ con } n_1 = 108 \quad (4)$$

$$\text{Periodo 1993-2013: } Y_t = \gamma_1 + \gamma_2 X_t + u_{1t} \text{ con } n_1 = 252 \quad (5)$$

La ecuación (3) es una ecuación que forma parte de un modelo con cambio estructural y que solo abarca la primera parte del periodo objeto de estudio (1993-2007). La ecuación (4) forma parte, también, del modelo con cambio estructural, pero abarca la segunda parte del periodo objeto de estudio (2008-2013). Por último, la ecuación (5) presenta un modelo alternativo que abarca todo el periodo de estudio (1993-2013) dentro de la misma regresión. Cada apuntar que cada una de las tres ecuaciones planteadas presenta la estructura clásica de cualquier modelo de regresión lineal, el cual se encuentra representado por:

$$Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + u_t \quad (6)$$

Donde:

Y = producción manufacturera

X = exportaciones de la industria automotriz

t = tiempo

La prueba de Chow plantea que, sin la existencia de un cambio estructural, los coeficientes  $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1$  y  $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2$ , por lo que las ecuaciones (3) y (4) son estadísticamente iguales; si este fuera el caso no habría razón para separar los periodos de la serie de tiempo dentro del estudio.

Para afirmar que no existe estabilidad paramétrica en la serie de tiempo, se debe poder rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : *estabilidad paramétrica*), que nos dice que la razón F calculada es menor que el valor crítico de F al nivel de significancia elegido de acuerdo con los grados de libertad. La hipótesis alternativa sería lo contrario ( $H_1$ : *no hay estabilidad paramétrica*).

Para calcular la razón F, se obtuvo, primeramente, la suma de los cuadrados residual (SCR) de cada uno de los periodos objeto de estudio y se es-

timó la regresión de dichos periodos. En el presente estudio, se generaron tres regresiones, las cuales arrojaron tres valores diferentes de SCR:  $SCR_1$ ,  $SCR_2$ ,  $SCR_3$ . Cabe mencionar que  $SCR_3$  es la suma de los cuadrados residual restringida ( $SCR_R$ ), pues presenta la restricción  $\alpha_1 = \beta_1 = y \alpha_2 = \beta_2$ .

Los conjuntos independientes se suman para obtener la suma de cuadrados residual no restringida ( $SCR_{NR}$ ) con grados de libertad igual a  $gl = n_1 + n_2 - 2k$ .

Y así con las  $SCR_R$  y  $SCR_{NR}$  se obtiene la razón F mediante la ecuación:

$$F = \frac{(SCR_R - SCR_{NR}/k)}{(SCR_{NR}/n_1 + n_2 - 2k)} \quad (7)$$

El resultado de la razón F se compara con la F crítica al nivel de significancia escogido y los grados de libertad; es conveniente recalcar que el resultado de la razón F no es una prueba que muestra dónde hay un cambio estructural, sino que, al comparar la suma de los errores al cuadrado restringidos y no restringidos, nos ayuda a identificar si estos son estadísticamente iguales. En una serie de tiempo con estabilidad paramétrica, el estadístico F es inferior al F crítico, como consecuencia de SCR estadísticamente iguales. Esto se debe a que si el cambio en los coeficientes  $\beta_1$  o  $\beta_2$  no es relevante, la línea de regresión continuará siendo el punto medio entre las observaciones.

Siempre que se analiza una serie de tiempo se pueden encontrar dos posibilidades: 1. que tenga estabilidad paramétrica o 2. que no tenga estabilidad paramétrica. Además, cuando no existe estabilidad paramétrica, se puede deber a que: 1. el cambio sea en el intercepto, es decir que la curva de la variable explicada se haya desplazado hacia arriba sin modificar una proporción o participación de los factores exógenos (coeficientes  $\alpha$ ), 2. el cambio en la curva sea en la pendiente que modifica la elasticidad o razón de cambio de la variable explicada frente a las demás (coeficiente  $\beta$ ) y 3. que el cambio sea tanto en la pendiente de la curva y en el intercepto y cree una relación completamente distinta entre las variables (coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$ ).

Cabe apuntar que otra manera de rechazar una hipótesis de estabilidad paramétrica o estructural es por medio del uso de variables dicótomas en una regresión lineal. Un análisis de variables dicótomas agrega al modelo variables cualitativas (Gujarati y Porter, 2009). El fundamento del uso de variables dicótomas radica en que el análisis de covarianzas utilizado en la prueba de Chow también se puede realizar con un modelo de análisis de covarianza (ANCOVA), mediante el uso de variables dicótomas que proporcionen información cualitativa extra al modelo para rechazar de la misma manera la misma hipótesis nula (Dufour, 1980). La ventaja de este método es que muestra directamente dónde radica el cambio estructural, sea en el coeficiente  $\alpha$  o  $\beta$ , sea en ambos.

En el presente trabajo, se utilizó el modelo ANCOVA para identificar la significancia de un cambio estructural e identificar los coeficientes de cambio de las series de producción automotriz nacional y exportación. Las dos series fueron obtenidas de las estadísticas presentadas por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. Ambas series se desestacionalizaron y se calcularon valores trimestrales para evitar el ruido blanco dentro de la serie. De esta forma, el modelo propuesto tiene la siguiente estructura:

$$Y_t = \alpha_1 + \alpha_1 D_t + \beta_1 X_t + \beta_2 (D_t X_t) + u_t \quad (8)$$

Donde:

Y = producción automotriz

X = exportaciones

t = tiempo

D = 1 observaciones de 1995-2007; 0 observaciones 2007-2016 (Q1)

De la ecuación (8) se van a derivar dos ecuaciones distintas, (9) y (10), las cuales, si existe un cambio estructural, tendrán covarianzas estadísticamente diferentes.

La ecuación para la producción automotriz de 1995-2007 es:

$$E(Y_t | D_t = 0, X_t) = \alpha_1 + \beta_1 X_t \quad (9)$$

La ecuación para la producción automotriz de 2008-2016 (Q1) es:

$$E(Y_t | D_t = 1, X_t) = (\alpha_1 + \alpha_2) + (\beta_1 + \beta_2) X_t \quad (10)$$

En la ecuación (10), el coeficiente  $\alpha_2$  representa la diferencia del intercepto, es decir, es el desplazamiento que tiene una curva dentro del plano cartesiano. Mientras que el coeficiente  $\beta_2$  representa el diferencial del cambio de la pendiente (también llamado alternado de pendiente) (Gujarati y Porter, 2009).

La utilización de dos bases de datos distintas y de dos métodos diversos para identificar y validar el cambio estructural en la industria automotriz servirá para verificar claramente si existe diferencia o no en el periodo precrisis y poscrisis. En la siguiente sección, se exponen los resultados de los modelos planteados.

## 5. RESULTADOS

El valor de F crítica para un modelo como el presentado, con 250 grados de libertad, a 5 %, es de 3.04 y de 4.71 a 1 %. El estadístico F resultante para el modelo propuesto con cambio estructural es de 168, lo cual indica que ambas ecuaciones son estadísticamente diferentes, es decir que sus coeficientes difieren ( $\alpha_1 \neq \beta_1 \neq \gamma_1$  y  $\alpha_2 \neq \beta_2 \neq \gamma_2$ ), por lo que el modelo es robusto y es factible con seguridad rechazar la hipótesis nula.

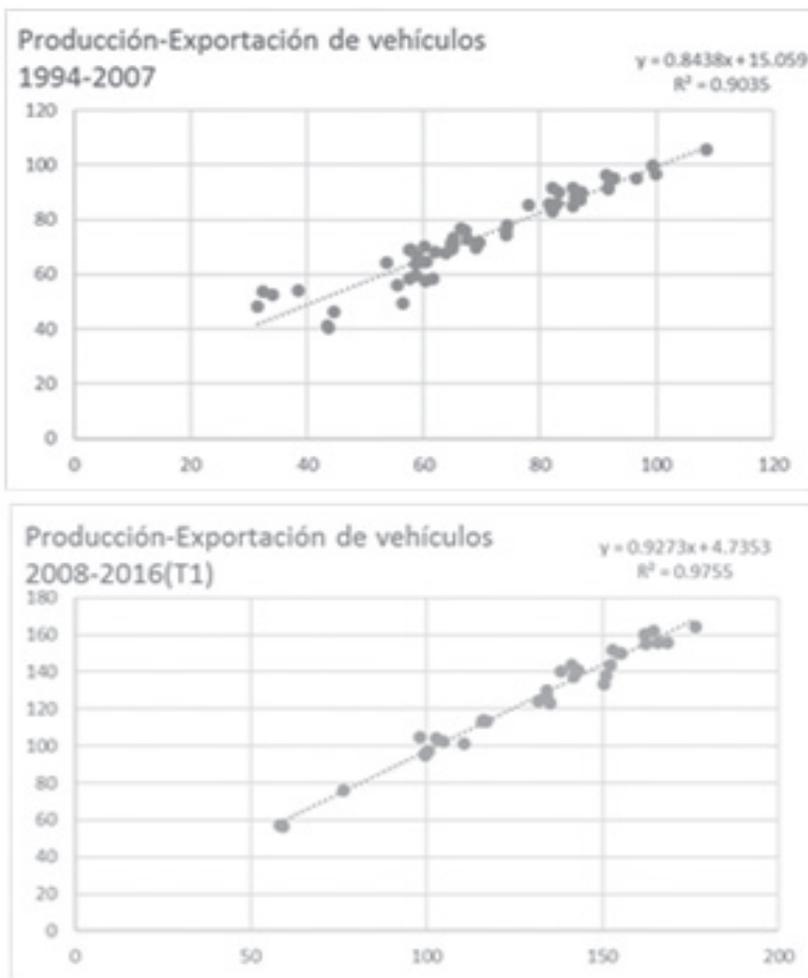
En la figura 5, se puede observar cómo ambas regresiones cuentan con una bondad de ajuste bastante elevada, que son superiores a la mostrada por la regresión de todo el modelo que es de 0.83. También podemos observar que en el periodo poscrisis (2008-2013) la producción manufacturera del estado de Querétaro se encuentra menos dependiente de las exportaciones de la industria automotriz nacional, lo cual puede ser explicado por dos factores: 1. un aumento en el consumo local de las plantas armadoras, que

recurren a proveedores de autopartes locales y hacen a las empresas menos dependientes a las exportaciones, y 2. un proceso de diversificación de la industria debido al desarrollo de nuevos clústeres industriales en el estado, por ejemplo, el clúster aeronáutico, de informática y de alimentos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Regresiones



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Regresiones

Como se puede observar, a pesar del fuerte crecimiento que ha tenido la industria automotriz, y en especial sus exportaciones, de su peso en el mercado laboral y de las grandes contribuciones que hace por medio del consumo intermedio, en los últimos años su importancia en Querétaro ha ido disminuyendo, de tal forma que, por cada 10 % que aumenta las

exportaciones de la industria automotriz, la producción industrial del estado tan solo muestra un aumento aproximado de 2.9 %.

Sin embargo, como se muestra en la figura 6, en el ámbito nacional, la tendencia es distinta. Las exportaciones de automóviles se han convertido en un motor de la producción, un aumento de 10 % de las exportaciones de automóviles implica un incremento de 9 % en la producción de estos, superior a lo que causaba en el periodo previo a la crisis (1994-2007). Lo expresado muestra que ha existido en el periodo poscrisis (2008-2013) una mayor demanda de automóviles mexicanos por parte de los mercados internacionales, lo cual ha posicionado a México como el exportador número uno de América Latina y el séptimo en el mundo.

Este cambio de tendencia también puede ser atribuido, en parte, a que la venta de automóviles en el ámbito nacional en el último año ha empezado a presentar un incremento; cabe mencionar que las ventas de automóviles en México permanecieron en niveles por debajo del periodo precrisis por más de cinco años. El cambio estructural observado en las series de producción manufacturera de Querétaro y las exportaciones automotrices, que fue validado por medio de la prueba de Chow, no es tan evidente en el análisis de varianza el modelo ANOVA (tabla 1).

Tabla 1. ANOVA

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
1 Regresión	94746.267	3	31582.089	1330.875	0.0000 <sup>b</sup>
Residual	2017.077	85	23.73		
Total	96763.344	85			

<sup>a</sup> Variable dependiente: producción.

<sup>b</sup> Predictores: (constante). Dx, exportaciones, *dummy*.

Fuente: Elaboración propia.

Por un lado, como se puede observar en la tabla 2, existe una bondad de ajuste en el modelo elevado, con una  $r^2$  cercana al 0.98. Sin embargo, el

nivel de significancia del modelo es muy bajo, razón por la cual no se puede afirmar que ambas ecuaciones sean estadísticamente distintas.

Tabla 2. Resumen del modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.990 <sup>a</sup>	0.979	0.978	4.87138

<sup>a</sup> Predictores: (constante). Dx, exportaciones, *dummy*.

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

La industria automotriz se ha convertido en uno de los motores de la actividad industrial en el ámbito nacional, su crecimiento ha marcado récords de producción y de exportación. En el análisis de los principales indicadores de producción, de exportación de la industria automotriz y de la manufactura del estado de Querétaro, se identificaron claramente tres momentos de la industria: el primero antes de la firma del TLCAN, el segundo es el lapso comprendido entre 1994 y 2007 —periodo previo a la crisis financiera en los Estados Unidos y Europa— y el tercero es en el que actualmente nos encontramos y que abarca de 2008 a la fecha.

El objetivo de la presente investigación fue describir la industria automotriz y de autopartes queretana y verificar la existencia de un cambio estructural en ella, por lo que para su análisis y búsqueda se utilizaron la prueba de Chow y el modelo ANCOVA. Se encontró que se puede identificar un cambio en ambas series; el de la industria nacional es el menos fuerte, e incluso con una significancia menor.

Respecto de Querétaro, el cambio estructural observado indica que el crecimiento de la industria automotriz en el estado en el periodo poscrisis se debe en una menor proporción a las exportaciones, es decir que cada vez el crecimiento de la industria automotriz local se debe a un factor de consumo interno, lo cual puede ser explicado por el aumento de la

demanda de las empresas armadoras en México. Por lo anterior, se puede afirmar que la crisis financiera vino a transformar las estructuras de consumo y producción de la industria automotriz en el ámbito nacional y en el estado de Querétaro.

La estadística descriptiva mostró intuitivamente el cambio que se identificó en la industria y en las series de tiempo analizadas. El cambio estructural observado en las series de producción manufacturera de Querétaro y las exportaciones automotrices, y que fue validado por medio de la prueba de Chow, no resultó tan evidente con el otro modelo empleado.

## REFERENCIAS

- Banco Nacional de México (2008-2009). La industria de autos en México: sobrevivencia del más apto. *Examen de la situación económica de México*, 84(990), 446-451. Recuperado de [https://www.banamex.com/resources/pdf/es/estudios\\_finanzas/mercados/publicaciones/esemdic08ene09.pdf](https://www.banamex.com/resources/pdf/es/estudios_finanzas/mercados/publicaciones/esemdic08ene09.pdf)
- Beta.inegi.org.mx* (22 enero 2016). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Böhle, B. y Punzo, L. F. (2001). Productivity-investment fluctuations and structural change. En L. F. Punzo (ed.), *Cycles, growth and structural change* (pp. 47-92). Londres: Routledge.
- Carrillo, J. y García, H. (2009). La situación de la industria automotriz en México. Recuperado de <http://www.colef.mx/jorgecarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU336.pdf>
- Dufour, J.-M. (1980). Dummy variables and predictive tests for structural change. *Economics Letters*, 6(3), 241-247.
- Fernández, A. (2006). La industria automotriz en México y el TLCAN: un análisis de series de tiempo. *Observatorio de Economía Latinoamericana*, 65.
- Fernández Domínguez, A. O. (2005). *Explicando las exportaciones mexicanas de la industria automotriz: un análisis de series de tiempo* (Tesis de maestría, Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla, México). Recuperado de [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mec/fernandez\\_d\\_ao/](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mec/fernandez_d_ao/)
- Globalconnections.hsbc.com* (29 septiembre 2015). Crecimiento de la industria automotriz e efecto en el PIB. Recuperado de <https://globalconnections.hsbc.com/mexico/es/articulos/crecimiento-de-la-industria-automotriz-e-efecto-en-el-pib>

- Gujarati, D. y Porter, D. (2009). Prueba para la estabilidad estructural o paramétrica de los modelos de regresión. En D. Gujarati y D. Porter, *Econometría* (pp. 254-259). México: McGraw Hill.
- Hellwig, Z. (1963). The application of regression and correlation to economic research. En Z. Hellwig, *Linear regression and its application to economics* (pp. 52-96). Warzaba: Pergamon Press.
- Inegi.org.mx* (10 abril 2016). PIB y cuentas nacionales. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx>
- Oica.net* (10 abril 2016). Economic contributions. Recuperado de <http://www.oica.net/category/economic-contributions/>
- Porchini Cano, R. J. (2012). *Factores que impulsan la colaboración interempresarial en la etapa de conformación de clústers: el caso del clúster automotriz de nuevo león* (Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México).
- Promexico.gob.mx* (2016a). Mapa de inversión en México. Recuperado de [http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/auto\\_cluster\\_mapping](http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/auto_cluster_mapping)
- Promexico.gob.mx* (2016b). Sector automotriz en México. Recuperado de [http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/auto\\_perfil\\_del\\_sector](http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/auto_perfil_del_sector)
- Sánchez Fernández, J. (2004). *Introducción a la estadística empresarial*. Eumed.net.
- Secretaría de Desarrollo Económico de San Luis Potosí (2012). *Industria automotriz y de autopartes del estado de San Luis Potosí 2012*. San Luis Potosí.
- Vicencio Miranda, A. (2007). La industria automotriz en México. *Contaduría y Administración*, 221. Recuperado de <http://www.ejournal.unam.mx/rca/221/RCA22110.pdf>
- Wang, J. (2010). Insights from the Federal Reserve Bank of Dallas. *Economic Letter*, 5(2). Recuperado de <https://www.dallasfed.org/assets/documents/research/eclett/2010/el1002.pdf>