



Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

Escuela Nacional de Estudios Superiores  
Unidad León

Correlación de precios y causalidad de Granger:  
aplicación para la definición de mercados  
relevantes en el mercado de expendio de gasolinas  
en la Zona Metropolitana del Valle de México

**T E S I S**

que para obtener el título de

Licenciado en Economía Industrial

Presenta:

**Jorge Guadarrama Gamboa**

Tutor:

Mtro. José Manuel Haro Zepeda

Asesor:

Dr. Juan Miguel Ruiz Zepeda

León, Guanajuato 2020





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Resumen

La definición de mercados relevantes es un elemento indispensable en el análisis de prácticas anticompetitivas y de concentraciones por parte de las autoridades de competencia. En este trabajo, con el objetivo de definir la dimensión geográfica de los mercados relevantes en el expendio de gasolina regular a nivel municipal en la ZMVM, se aplican las pruebas de correlación de precios y causalidad de Granger utilizando las series de precios que reportan diariamente los permisionarios de expendio, para lo cual se aplica un tratamiento previo con los precios mayoristas en Terminales de Almacenamiento y Reparto que permite retirar las decisiones de cambios en los precios provocadas por cambios en los costos y aislar, de esa manera, las decisiones de cambios en los precios motivadas por la interacción competitiva.

Toda vez que el 13 de diciembre de 2018 hubo un cambio en la regulación de la determinación de los precios mayoristas, se aplican las pruebas en dos periodos. Con la información del primer periodo, comprendido entre el 30 de noviembre de 2017 y el 12 de diciembre de 2018, se encuentra que existen al menos 63 mercados relevantes, de los cuales tres tienen una extensión de dos municipios y uno abarca tres municipios.

En el segundo periodo, que abarca del 20 de enero al 31 de diciembre de 2019, se identifican 63 mercados relevantes, cuatro de ellos abarcan dos municipios y uno comprende cuatro municipios. Los resultados permiten suponer que, en general, los mercados relevantes no tienen una extensión mayor a la de un municipio.

De este modo, este trabajo presenta dos herramientas empíricas que aportan evidencia económica en la determinación de la dimensión geográfica de mercados relevantes en este sector, las cuales son válidas en términos estadísticos y de la teoría de la Economía Industrial.

## Agradecimientos

Es para mí de especial importancia comenzar por agradecer a mis papás, Carmen y Martín, por ser muy buenos padres y haberse preocupado siempre por mi educación; gracias a ellos estudié una licenciatura.

Asimismo, estoy particularmente agradecido con mi tutor, Mtro. José Manuel Haro Zepeda, ya que su valiosa guía ha contribuido invaluablemente en mi formación profesional como economista, sin la cual no sería posible esta tesis.

De igual forma, extendiendo un sincero agradecimiento a la Dra. Areli Vázquez Juárez y al Dr. Miguel Ruiz Zepeda, no sólo por sus comentarios en este trabajo, sino también por haber sido de los mejores profesores que he tenido. Igualmente, agradezco al Mtro. Cristian Ruiz Aguado por sus observaciones y sugerencias como mi sinodal y al Dr. Alfonso Cervantes Maldonado, quien en su labor como coordinador de la licenciatura en Economía Industrial ha hecho un estupendo trabajo por mejorarla, mostrando siempre una gran disposición con los estudiantes.

Con mucho cariño agradezco a Lili por su apoyo durante todo este proceso y a mis amigos Iván, Romeo, Erick y Víctor, que estuvieron siempre dispuestos a discutir particularidades de este trabajo.

Finalmente, agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde estudié la prepa, la licenciatura y actualmente inicio un posgrado, porque en ella he encontrado muy buenos profesores, valiosas oportunidades y grandes amigos.

## Glosario

**Banxico:** Banco de México.

**Cofece:** Comisión Federal de Competencia Económica.

**CRE:** Comisión Reguladora de Energía.

**ENIGH:** Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.

**Gasolina regular:** Gasolina con octanaje menor a 92 y mayor a 86.

**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

**INPC:** Índice Nacional de Precios al Consumidor.

**LH:** Ley de Hidrocarburos.

**mbd:** Miles de barriles diarios.

**mmdp:** Millones de pesos.

**Pemex:** Petróleos Mexicanos.

**Reglamento:** Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

**Sener:** Secretaría de Energía.

**SIE:** Sistema de Información Energética.

**TAR:** Terminal de Almacenamiento y Reparto.

**ZMVM:** Zona Metropolitana del Valle de México.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>i</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>ii</b>
<b>Glosario</b>	<b>iii</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 El mercado de gasolinas en México</b>	<b>4</b>
2.1 Importancia del mercado de gasolinas . . . . .	4
2.2 Cadena de Valor del mercado de gasolinas . . . . .	7
<b>3 Revisión bibliográfica</b>	<b>20</b>
3.1 Definición de mercados relevantes . . . . .	20
3.2 Aplicación de las pruebas de precios en mercados de gasolinas . . . . .	23
<b>4 Metodología</b>	<b>27</b>
4.1 Eliminación del factor común en las series . . . . .	29
4.2 Correlación de precios . . . . .	30
4.3 Causalidad de Granger . . . . .	31
<b>5 Descripción de los datos</b>	<b>34</b>
5.1 Precios en Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR) . . . . .	34
5.2 Precios en Estaciones de Servicio . . . . .	41
<b>6 Resultados</b>	<b>47</b>
6.1 Eliminación del factor común en las series . . . . .	47
6.2 Correlación de precios . . . . .	54
6.3 Causalidad de Granger . . . . .	59

6.4	Conformación de los Mercados Relevantes . . . . .	61
<b>7</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>67</b>
	<b>Índice de gráficas y figuras</b>	<b>68</b>
	<b>Índice de tablas</b>	<b>70</b>
<b>A</b>	<b>Apéndices</b>	<b>71</b>
A.1	Autocorrelación . . . . .	71
A.2	Significatividad estadística del coeficiente de correlación . . . . .	72
	<b>Referencias</b>	<b>74</b>

## 1 Introducción

Durante muchos años, Pemex tuvo el monopolio en todos los eslabones de la cadena de valor del mercado de gasolinas y de otros combustibles derivados de los hidrocarburos en México. La transición de este mercado hacia un mercado abierto y competido inició hace poco tiempo, con la Reforma Energética del año 2013. Si bien continúan existiendo limitantes a la competencia derivadas de la organización industrial monopólica y verticalmente integrada previa, a partir de ese momento, agentes económicos distintos a Pemex comenzaron a incursionar en el mercado.

El último eslabón de la cadena de valor, el expendio al público, es la fase más tangible para el consumidor. Los precios en esta etapa se liberaron conforme un cronograma que estableció la CRE y, actualmente, en todo el país los permisionarios de expendio de gasolinas determinan libremente su precio de venta final y su margen de ganancia. Debido a la reciente apertura a la competencia de este mercado, cobra sentido estudiar las fusiones y adquisiciones que pudieran tener lugar, así como las posibles restricciones verticales que pudieran ser ejercidas por algún participante o evaluar si efectivamente se trata de mercados en condiciones de competencia. Todo esto es responsabilidad de la Cofece, quien posee facultades que se lo permiten, entre las que se encuentran la evaluación de concentraciones, la investigación de prácticas monopólicas relativas y los procedimientos de Barreras a la Competencia e Insumos Esenciales.

Por ejemplo, la Cofece podría prohibir una concentración entre dos agentes económicos de expendio de combustibles si esto le conferiría a la entidad resultante poder de mercado tal que aumente significativamente las probabilidades de que exista un daño en los consumidores; en un caso más extremo, la Cofece está facultada para emitir una declaratoria de inexistencia de condiciones de competencia, en cuyo caso los precios dejarían de determinarse libremente. Este tipo de investigaciones requieren la delimitación de un mercado relevante, que se define como el conjunto más pequeño de productos y zonas geográficas que ejercen presión competitiva entre sí (Motta 2015). Su delimitación es indispensable porque permite determinar la habilidad que un agente económico (o grupo de agentes) tendría para ejercer poder de mercado, lo que permite conocer qué tan competido está el mercado.

La definición de mercados relevantes es una tarea que Cofece realiza de manera exhaustiva, utilizando información provista por los agentes económicos y analizando cada uno de los elementos que la ley de competencia exige. No obstante, es útil poder



definir mercados aplicando pruebas estadísticas con información pública. Este trabajo se enfoca en la definición de mercados relevantes de expendio de gasolina regular a nivel municipal en la ZMVM. Este producto es relativamente homogéneo en cuanto a sus características físicas y químicas y su principal parámetro diferenciador es la ubicación geográfica en la que es ofrecido. En ese sentido, se pretende determinar si estaciones de servicio que la venden y están físicamente distantes entre sí podrían pertenecer al mismo mercado relevante; en otras palabras, se intenta detectar si es posible que estaciones de servicio ubicadas en municipios distintos ejerzan presión competitiva entre sí, limitando su comportamiento o si, por el contrario, la competencia se da en regiones más pequeñas a un municipio.<sup>1</sup>

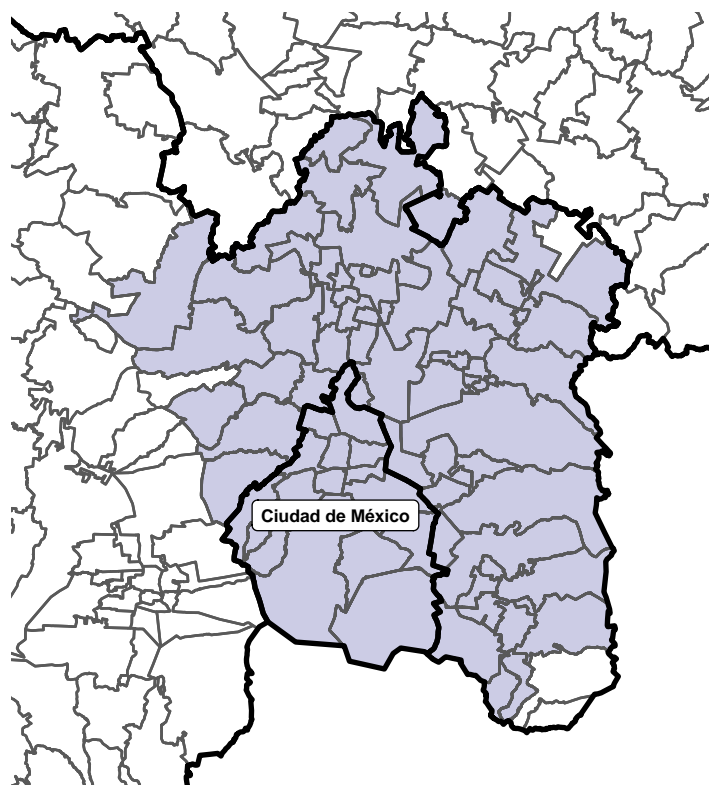
Para lo anterior se utilizan dos pruebas empíricas: i) correlación de precios y ii) causalidad de Granger; la primera estudia qué tan fuerte es la relación entre las series de precios y la segunda se encarga de encontrar si hay causalidad. Para ello, se utilizan bases de datos con los precios que reportan diariamente los permisionarios de expendio de gasolina regular ante la CRE, así como una serie de precios mayoristas que permiten dar un tratamiento adecuado a las series de precios de expendio. Al concluir las pruebas, los municipios que forman parte de la ZMVM pertenecerán a, por lo menos, un mercado relevante.

Este trabajo comienza con una descripción del mercado de gasolinas. En el Capítulo 3 se revisa la bibliografía referente a mercados relevantes y se presentan algunos ejemplos de la aplicación de las pruebas de precios para su definición en distintos mercados, así como dos aplicaciones a mercados de gasolinas. En el Capítulo 4 se describe la metodología adoptada. En el Capítulo 5 se describe la base de datos y se presentan estadísticas descriptivas. En el Capítulo 6 se muestran los resultados de la metodología y en el Capítulo 7 se concluye.

---

<sup>1</sup>Si bien la Ciudad de México se divide territorialmente en demarcaciones territoriales, por fines prácticos se usará el término municipio equivalentemente.

Figura 1.1: Zona Metropolitana del Valle de México.



Fuente : Elaboración propia con información de INEGI.

## 2 El mercado de gasolinas en México

Con el objetivo de tener una adecuada comprensión del mercado a lo largo de este trabajo, a continuación, se presenta información acerca de la importancia del mercado de gasolinas y una descripción de su cadena de valor.

### 2.1 Importancia del mercado de gasolinas

La gasolina regular es uno de los productos más ligeros que provienen de la destilación del petróleo crudo y posee características físicas y químicas que permiten, entre otras cosas, la operación apropiada de los motores de combustión interna de automóviles (Sener 2016); de hecho, su consumo en México está impulsado principalmente por su uso en los coches que tienen motores de combustión interna. En el año 2018, 99.92% del consumo energético de gasolinas ocurrió en el sector transporte, mientras que el sector industrial consumió únicamente 0.08% y en los sectores residencial y agropecuario no se registró consumo.<sup>2</sup>

En el año 2019 se consumieron 45,111 millones de litros de gasolina (regular y premium), equivalente a 123.6 millones de litros promedio diarios, siendo éste el petrolífero que presenta el mayor consumo; no obstante, su consumo se redujo 1.654% respecto del año 2018.<sup>3</sup> Entre enero y abril de 2020 se han consumido 13,784 millones de litros, que son equivalentes a un aproximado de 113.919 millones de litros por día. Este decremento se debe principalmente a la disminución del consumo que tuvo lugar precisamente en el mes de abril, que comparado con abril de 2019 fue 35.973% menor, así como 35.545% menor en comparación con marzo del mismo año, lo cual probablemente se explica por la contingencia del Covid-19.<sup>4</sup>

Si bien existen vehículos con motores de combustión interna que pueden utilizar otros combustibles como gas natural y diésel, puede verse en la Tabla 2.1 que 97% del parque vehicular en México está impulsado por gasolinas. Por esta razón, los precios de las gasolinas tienen un impacto considerable en el precio final de muchos bienes consumidos por los hogares.

---

<sup>2</sup>Fuente: SIE

<sup>3</sup>El consumo nacional aparente se compone de la suma de las importaciones realizadas por PEMEX y empresas privadas con la producción de PEMEX, menos las exportaciones.

<sup>4</sup>Fuente: SIE

Tabla 2.1: Parque vehicular por tipo de combustible

Combustible	Parque vehicular*
Gasolina	36.8
Diésel	0.812
Gas LP	0.223
Gas natural	0.012

Fuente: SIE.\*Millones de vehículos

Prueba de ello es que Banxico presenta en sus informes trimestrales los precios de los combustibles como uno de los factores que mayor influencia tienen en el nivel de inflación; por ejemplo, en el informe de enero a marzo de 2017, periodo durante el cual ocurrió una importante alza en los precios de las gasolinas, Banxico mostró que la inflación estuvo en niveles cercanos al 5% y llegó hasta 6.17% en la primera quincena de mayo, identificando como factores explicativos la depreciación acumulada del peso mexicano desde finales de 2014 y el aumento de los precios de los energéticos, en especial los de las gasolinas y el gas LP (Banco de México 2017). En contraste, en el informe correspondiente al primer trimestre de 2020, Banxico menciona que la pandemia del Covid-19 y la reducción de los precios de referencia internacionales de los energéticos, que implicó caídas significativas en los precios domésticos de las gasolinas en marzo y abril, presionó a la baja la inflación no subyacente, la cual rondó un 2.08% (Banco de México 2020).

Asimismo, el INEGI, que utiliza el INPC para medir la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares mexicanos y calcular así la inflación, asignó un ponderador de 5.36 a la gasolina regular, colocándolas como el segundo producto con mayor ponderación, antecedido por la vivienda propia. Lo anterior es congruente con el hecho de que casi todo el parque vehicular está impulsado por gasolinas, toda vez que el precio de las gasolinas impacta en el precio del transporte bienes, servicios y personas.

Por lo que se refiere a la importancia de las gasolinas dentro del gasto de los hogares mexicanos, de la información de la ENIGH del año 2018 es posible identificar que la gasolina regular tuvo en el año 2018 un gasto anual total de 248.481 miles de millones de pesos, colocándola como el producto con mayor gasto de los hogares mexicanos, como se muestra en la Tabla 2.2; asimismo, 39% de los hogares mexicanos reportaron gasto en

Tabla 2.2: Diez productos con mayor gasto trimestral en 2018

Clave	Producto	Gasto Trimestral (mmdp)
F007	Gasolina Regular	62,120
A244	Comida fuera del hogar	47,786
G101	Renta o alquiler de la vivienda	36,989
B004	Transporte Colectivo	28166
E005	Gastos en educación profesional	23,284
A004	Tortilla de maíz	23,055
A243	Desayuno fuera del hogar	22,822
G009	Gas LP	22,704
R001	Energía Eléctrica	20,630
M007	Adquisición de vehículos de uso particular	17,500

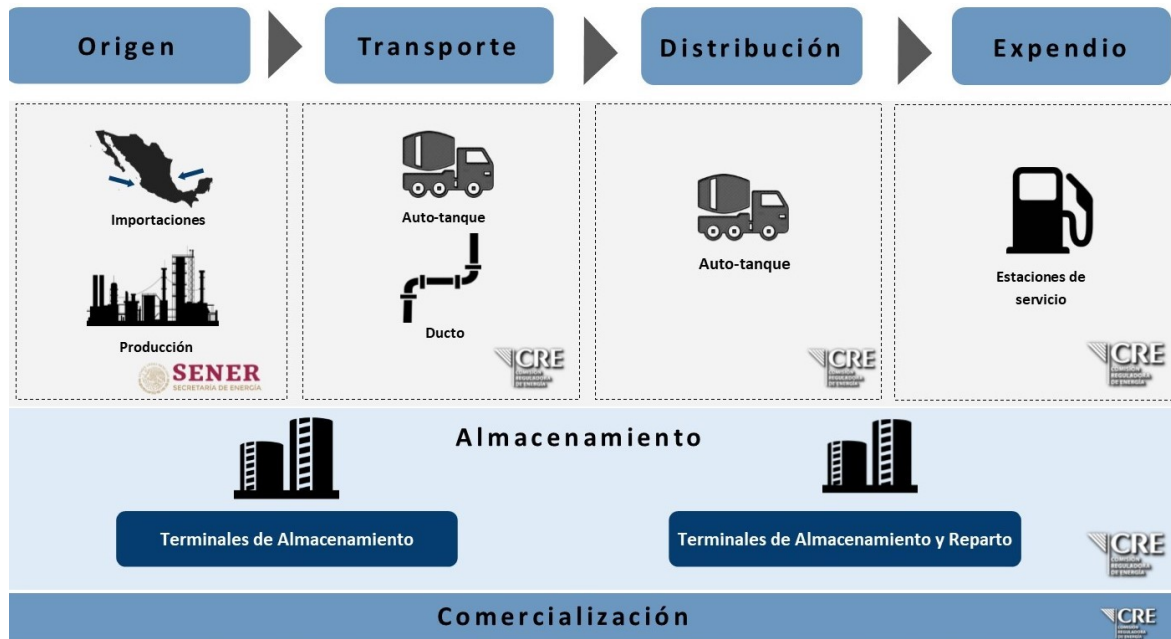
Fuente: Elaboración propia con información de la ENIGH 2018.

este producto. En comparación, sólo 3.3% de los hogares mexicanos gastó en gasolina premium, posicionándose así en la trigésima sexta posición de los productos por su gasto, el cual fue de 28.129 miles de millones de pesos en el mismo año. Finalmente, es de señalar que el ingreso promedio trimestral de los hogares que gastaron en gasolina magna fue de \$67,432 pesos, por lo que el gasto trimestral en gasolina magna por hogar representa 6.64% de su ingreso.

## 2.2 Cadena de Valor del mercado de gasolinas

La Cofece menciona que la cadena de valor del mercado de petrolíferos en México, en general, se compone de cinco eslabones: i) origen, ii) transporte, iii) almacenamiento, iv) distribución y v) expendio al público (Cofece 2019).

Figura 2.1: Cadena de valor de las gasolinas en México



Fuente: Elaboración propia con información de Cofece, la LH y el Reglamento

En la Figura 2.1 se muestra que la cadena de valor de las gasolinas comienza con la refinación del petróleo en territorio nacional, o bien la importación del producto ya refinado, que en primera instancia deben ser almacenadas en terminales cercanas a las refinerías o puntos de internación; posteriormente se lleva a cabo el transporte, principalmente a través de ductos, hacia las TAR, desde donde se distribuyen hacia las estaciones de servicio para ser vendidas al consumidor final.

De acuerdo con los artículos 48 de la LH y cuarto y quinto del Reglamento, sólo el origen es regulado por la Sener, mientras que el resto de las etapas son reguladas por la Cre.

A continuación, cada una de las etapas es descrita con mayor detalle.

### 2.2.1 Origen

Las gasolinas provienen de la producción nacional o de importaciones. Los seis permisos de refinación existentes en México pertenecen a Pemex y corresponden a sus refinerías de Tula, Salamanca, Minatitlán, Madero, Salina Cruz y Cadereyta, por lo que no hay otro participante que produzca gasolinas.

Tabla 2.3: Capacidad instalada por refinería

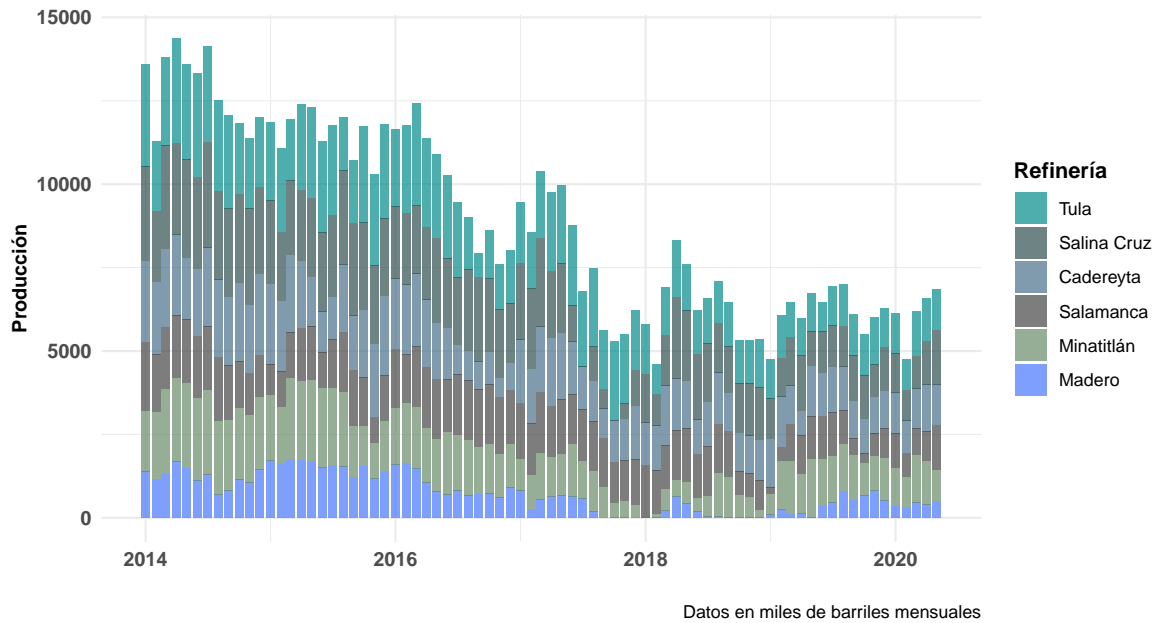
Refinería	Capacidad instalada (mbd)
Cadereyta	275
Madero	190
Minatitlán	285
Salamanca	220
Salina Cruz	330
Tula	315

Fuente: Sener.

Es posible notar en la Gráfica 2.2 que, de manera general, la producción de gasolinas ha disminuido desde el año 2014, mientras que, a partir del año 2018, se ha mantenido más o menos constante. Entre los años 2014 y 2016, las refinerías de Tula y Salina Cruz fueron las que más contribuyeron con la producción nacional; en los tres años, en conjunto, aportaron más del 40% de la producción. En contraste, la refinería de Madero es la que menos contribuye en la producción nacional, esto durante todo el periodo comprendido entre 2014 y 2019, toda vez que en ningún año contribuyó con más de 10%.

A partir del año 2018 se aprecia un cambio en la configuración: la refinería de Salina Cruz pasó de contribuir con 16.7% de la producción nacional a colocarse en primer lugar, aportando poco más del 26%, mientras que en los años 2019 y 2020 se mantuvo como la segunda refinería con mayor contribución en la producción nacional. De manera similar, la refinería de Minatitlán experimentó un incremento notable: pasó de aportar 9.33% en 2017 a aportar 20.9% de la producción nacional en el año 2019. En 2020, la refinería de Cadereyta es la que más ha contribuido en la producción nacional, con 19.9%. Las refinerías de Tula, Salina Cruz, Minatitlán y Madero tuvieron considerables impulsos en su producción entre febrero y abril de 2018; por ejemplo, la producción de Salina Cruz de abril de 2018 fue 159.689% mayor que la de febrero del mismo año.

Gráfica 2.2: Producción mensual de gasolina por refinería (enero 2014- abril 2020).



Fuente: Elaboración propia con información del SIE

En los casos de las refinerías de Minatitlán y Madero también hubo un incremento de la producción importante; por ejemplo, en el caso de Madero, la producción de los meses de junio a diciembre de 2019 superó a la producción de los mismos meses del año anterior. En el caso de Minatitlán, todos los meses de 2019 tuvieron una producción mayor a la de los meses de 2018.

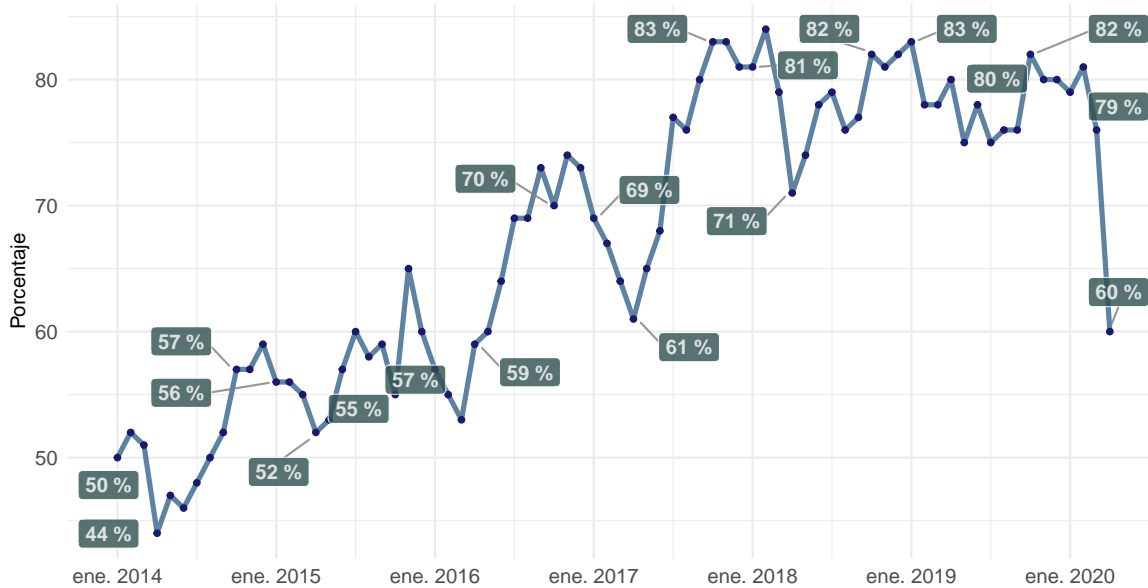
Por su parte, durante el año 2020, a pesar de que se avecinó una contingencia de gran magnitud, las refinerías de Salina Cruz y Salamanca tuvieron importantes incrementos en su producción. Asimismo, en las refinerías de Madero y Tula se aprecia una producción mayor en los meses de marzo, abril y mayo de 2020 respecto de esos mismos meses del año 2019.

Respecto de las importaciones, la LH estableció que se permitiría la importación de gasolinas y diésel por parte de los privados a partir de enero de 2017; sin embargo, derivado de una opinión de la Cofece, solicitada por la Sener, en donde se concluyó que permitir la importación tendría efectos pro competitivos, esta liberación se adelantó al 1 de abril de 2016. Evidentemente, este cambio legal no implicó un incremento instantáneo de las importaciones por parte de privados, toda vez que, como se verá más adelante, la infraestructura de transporte y almacenamiento continuó siendo propiedad



principalmente de Pemex.

Gráfica 2.3: Porcentaje del consumo nacional aparente satisfecho por importaciones. (2014-2020)



Fuente: Elaboración propia con información del SIE

En la Gráfica 2.3 se muestra la evolución de las importaciones como proporción del consumo nacional aparente. Hasta inicios del año 2018 habían estado en aumento, mientras que en el primer semestre de ese año tuvieron una disminución considerable, incrementándose después levemente para colocarse entre 70 y 80 por ciento del consumo nacional aparente. Es posible ver que a partir de febrero de 2020 experimentaron una disminución significativa, lo cual se explica probablemente por la disminución de la demanda provocada por la contingencia sanitaria, de manera que la baja demanda pudo ser satisfecha en mayor proporción por la producción nacional. En suma, 78.6%, 78.1% y 74.92% del consumo nacional aparente se satisfizo por importaciones en los años 2018, 2019 y lo que va de 2020, respectivamente.

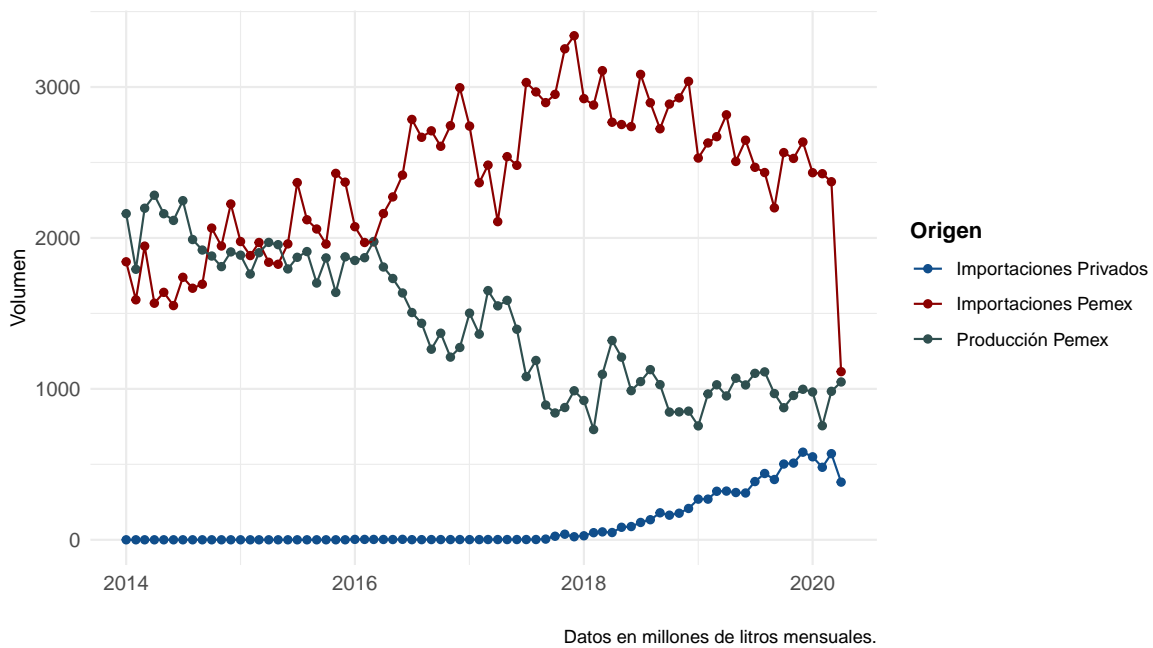
Al 31 de marzo de 2020 hay 103 permisos de importación de gasolinas vigentes.<sup>5</sup> Estos permisos están distribuidos en 50 razones sociales distintas. De ellos, 48 corresponden a permisos de gasolina regular, 34 son de gasolina premium y los restantes son de otras

<sup>5</sup>Fuente:Sener: <https://www.gob.mx/sener/articulos/permisos-otorgados-por-sener-para-la-importacion-y-exportacion-de-petroliferos-e-hidrocarburos>

gasolinas. Gran parte de las empresas que poseen permisos de importación operan aguas arriba, ya que se enfocan en la importación de combustibles que posteriormente entregan a las comercializadoras. Las más relevantes, por su volumen permitido, son Tesoro México Supply & Marketing S. de R.L. de C.V., con 261 miles de millones de litros; Koch Supply & Trading México S. de R.L. de C.V. con 225 miles de millones de litros y Valero Marketing and Supply de México S.A. de C.V. con 203 miles de millones de litros.

Dentro de las empresas que importan combustibles y participan en el expendio de gasolinas destacan Exxon Mobil S.A. de C.V., ; Shell México S.A. de C.V., BP Estaciones y Servicios Energéticos S.A. de C.V. y Combustibles de Oriente S.A. de C.V., que opera bajo la marca Prepline quienes poseen permisos por volúmenes de 464, 100 y 16 miles de millones de litros, respectivamente. La subsidiaria de Pemex, Pemex Transformación Industrial, posee dos permisos que avalan un volumen de 44 mil millones de litros.

Gráfica 2.4: Origen de las gasolinas.



Fuente: Elaboración propia con información del SIE

En conclusión, como se aprecia en la Gráfica 2.4, las importaciones por parte de Pemex estuvieron en ascenso sobre todo desde finales del año 2015, aunque a partir del año 2018, se aprecia que las importaciones de Pemex comenzaron a disminuir, a pesar de

que la producción no presentó un comportamiento que lo compensara. Por otro lado, no se registraron importaciones de privados incluso después de que fueron permitidas por la legislación y no fue sino hasta finales del año 2017 cuando éstas comenzaron a incrementarse hasta contribuir con 2.87% del consumo nacional aparente en el año 2019 y 10.3% en lo que va del año 2020. A lo largo de todo el año 2020 destaca la producción de Pemex, que logró satisfacer 21.9% del consumo nacional aparente, puesto que esta empresa del Estado redujo 54% sus importaciones de febrero a abril de 2020, mientras que su producción aumentó 38.4% en el mismo periodo.

### 2.2.2 Transporte

De acuerdo con la LH, el transporte es la actividad que consiste en recibir, entregar y, en su caso, conducir petrolíferos de un lugar a otro a través de ductos y otros medios. Ésta puede ser llevada a cabo por medio de ductos, buque-tanque, semirremolque, autotanque o carro-tanque (ferrocarril).<sup>6</sup>

De acuerdo con la CRE, el ducto es el medio de transporte menos costoso para transportar petrolíferos, siendo el buque-tanque dos veces más costoso, el carro-tanque seis veces más costoso y el auto-tanque catorce veces más costoso, aunque lo anterior puede variar para distancias cortas.

En el año 2016, 4% del transporte de petrolíferos fue llevado a cabo por medio de auto-tanque, 12% a través de carro-tanque, 8% con buque-tanque y 76% por medio de ducto (Cofece 2019). Así, el transporte por ducto es de especial importancia ya que es el de menores costos y el que transporta la mayor proporción de petrolíferos.

La infraestructura total de ductos de petrolíferos está conformada por 86 ductos que suman 9,215 kilómetros y tienen una capacidad operativa total de 4,681 miles de

---

<sup>6</sup>Ducto: Las tuberías e instalaciones para el transporte de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, así como para la distribución de petrolíferos y gas natural. Buque-tanque: La embarcación con uno o varios recipientes no desmontables que se utiliza para el transporte marítimo o fluvial de hidrocarburos y petrolíferos. Semirremolque: La estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente recipientes para contener hidrocarburos como el gas LP o comprimido, así como petrolíferos, que permite el transporte y la realización de maniobras de carga y descarga de los mismos. Autotanque: El vehículo automotor que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no desmontables para el transporte o la distribución de hidrocarburos y petrolíferos en función del tipo de permiso otorgado. Carro-tanque: El vehículo con uno o varios recipientes no desmontables que se utiliza para el transporte por vía férrea de hidrocarburos y petrolíferos

barriles diarios.<sup>7</sup>

En la Tabla 2.4 se muestra un resumen de la infraestructura de ductos a lo largo del país.

Tabla 2.4: Resumen de la infraestructura de ductos en México

Zona	Ductos	Longitud (km)	Capacidad operativa (mbd)
Golfo	20	2779.8	1,487
Centro	18	1444.8	865
Sur	10	78.9	863
Noreste	11	1874.9	478
Occidente	13	989.7	453
Noroeste	6	695.2	171
Norte	5	1277	95
Sureste	3	75	78

Fuente: Elaboración propia con información de CRE.

Hay dos ductos que llevan gasolina a la ZMVM y son el ducto Tuxpan-Poza Rica-Azcapotzalco y el ducto Tula-Azcapotzalco. El primero tiene una longitud de 314.6 kilómetros y una capacidad operativa de 173 miles de barriles diarios y el segundo tiene una longitud de 81.8 kilómetros y una capacidad operativa de 98 miles de barriles diarios.<sup>8</sup>

Dentro del transporte por medios diferentes al ducto se encuentran el buque-tanque, auto-tanques/semirremolques y ferrocarriles. Respecto del transporte por medio de buque-tanques, hay un total de 41 permisos y Pemex Logística concentra 23 de ellos. Hay 1,902 permisos de transporte por auto-tanque/semirremolque, Pemex posee cuatro permisos que avalan la operación de 1468 pipas, por lo que posee 9.4% del total de pipas en el país, mientras que el porcentaje restante está disperso en 1,899 agentes económicos diferentes. Finalmente, sólo hay seis permisos de transporte de petrolíferos por ferrocarril y pertenecen a seis empresas distintas.

### 2.2.3 Almacenamiento

La LH menciona que el almacenamiento comprende la recepción de petrolíferos, propiedad de terceros, la conservación en depósito, el resguardo y devolución al

<sup>7</sup>Fuente: Sener

<sup>8</sup>Información proveniente de permisos

depositante o a quien éste designe. En la Tabla 2.5 se muestra un resumen de la infraestructura de almacenamiento de petrolíferos a nivel nacional.

Tabla 2.5: Infraestructura de almacenamiento de petrolíferos en México

Zona	Terminales	Capacidad operativa (mbd)
Golfo	12	9,563
Noroeste	15	4,773
Occidente	14	4,025
Centro	11	3,345
Noreste	13	2,409
Sur	8	2,284
Norte	5	1,270
Sureste	4	1,154

Fuente: Elaboración propia con información de CRE.

El Noroeste y el Occidente del país son las regiones con mayor número de terminales; sin embargo, aunque en la región del Golfo hay menos terminales, en ella se concentra la mayor capacidad operativa. Esta concentración se explica porque esas regiones son puntos de internación. Cabe señalar que de las terminales existentes, cinco son terminales marítimas, propiedad de Pemex Logística y están ubicadas en los puertos de Madero, Guaymas, Salina Cruz, Pajaritos y Tuxpan; contribuyen con 35% de la capacidad nominal total de almacenamiento del país. Mientras que Pemex posee 78 terminales de almacenamiento, los privados sólo poseen cuatro, con lo cual Pemex posee una capacidad operativa poco más de diez veces mayor a la de los privados. 35 terminales de almacenamiento son suministradas por ducto, 20 por medio de auto-tanques y 12 por medio de buque-tanques, mientras que 3 son suministradas por las refinerías y sólo dos son suministradas por ferrocarriles (Sener 2018).

Hay siete TAR cercanas a la ZMVM que son Añil, Pachuca, Tula, Barranca del Muerto, Azcapotzalco, Toluca y San Juan Ixhuatepec; todas pertenecen a Pemex. En la Tabla 2.6 se muestran las características de dichas terminales.

Tabla 2.6: TARs en la ZMVM

TAR	Medio de suministro	Capacidad de diseño (mbd)
Añil	Poliducto Tuxpan-Azcapotzalco	235
Azcapotzalco	Ductos de Tuxpan, Minatitlán y Tula	1,510
Barranca del Muerto	Poliducto Azcapotzalco-Barranca	125
Pachuca	Ductos de Tula y Tuxpan	170
Toluca	Ducto de Tula	195
Tula	ND	ND
S.J. Ixhuatepec	Ductos de Azcapotzalco y Tula	225

Fuente: Elaboración propia con información de permisos.

#### 2.2.4 Distribución

Como se menciona en los artículos cuarto, fracción XI, de la LH y 35 del Reglamento, la distribución comprende las actividades de adquirir, recibir, guardar y, en su caso, conducir petrolíferos y gas natural, para su expendio al público o consumo final. Ésta puede llevarse a cabo por medio de ducto, auto-tanque, vehículos de reparto, entre otros, para su entrega a los usuarios o usuarios finales, en sus instalaciones o las instalaciones de aprovechamiento, según corresponda.

Adicionalmente, en el acuerdo número A/056/2016, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 2017, la CRE emitió criterios de interpretación sobre la distribución de petrolíferos por medios distintos al ducto. En este acuerdo, se señala que dicha actividad implica, por parte del distribuidor, la adquisición del producto, su transporte desde los centros de importación o almacenamiento mayorista, la transferencia y manejo del mismo, la guarda en tanquería destinada para tales efectos, la aditivación del producto y, en su caso, la conducción y el traslado a los usuarios finales y estaciones de servicio.

De lo anterior se puede concluir que la distribución implica la compraventa del combustible y supone la propiedad del producto por parte del permisionario. Para el caso de las gasolinas ésta no es una etapa relevante, aunque sí lo es en el caso de otros petrolíferos y el gas LP; indicio de lo anterior es que a la fecha hay 278 permisos de distribución por medios distintos a ducto y ninguno de ellos pertenece a Pemex.

### 2.2.5 Comercialización

Como se menciona en el artículo 19 del Reglamento, la comercialización se entiende como la actividad de ofertar a usuarios o usuarios finales, en conjunto o por separado, la compraventa de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos; la gestión o contratación de los servicios de transporte, almacenamiento o distribución de dichos productos y la prestación o intermediación de servicios de valor agregado en beneficio de los usuarios o usuarios finales. La comercialización es una etapa transversal en la cadena de valor que no requiere la propiedad de infraestructura; es decir, un permisionario de comercialización puede convenir con algún usuario la entrega de determinada cantidad de gasolinas, para lo cual el permisionario puede celebrar contratos de almacenamiento y transporte con permisionarios de dichas actividades, de tal forma que sea capaz de realizar la entrega del petrolífero en las instalaciones que el usuario o usuario final requiera.

Actualmente hay 609 permisos de comercialización, aunque no es posible saber si todos esos permisionarios están en el mercado de las gasolinas, toda vez que los permisos se expiden para petrolíferos en general. Pemex sólo tiene un permiso de comercialización a través de su subsidiaria Pemex Transformación Industrial; de hecho, no hay ningún permisionario que tenga más de un permiso, lo cual es lógico dado que estos permisos no amparan ningún tipo de infraestructura.<sup>9</sup>

### 2.2.6 Expendio al público

El último eslabón de la cadena de valor de las gasolinas es el expendio al público. De acuerdo con la LH, el expendio al público consiste en la venta al menudeo directa al consumidor de gas natural o petrolíferos, entre otros combustibles, en instalaciones con fin específico o multimodal, incluyendo estaciones de servicio, de compresión y de carburación. En el caso de la gasolina, ésta se realiza en las estaciones de servicio.

Como se mencionó anteriormente, la gasolina que se vende en México proviene de la producción o importación de Pemex o de las importaciones de empresas privadas. Así, las estaciones de servicio pueden ser de tres tipos: 1) las que pertenecen a la franquicia Pemex y venden combustible de Pemex, 2) las que operan bajo una franquicia

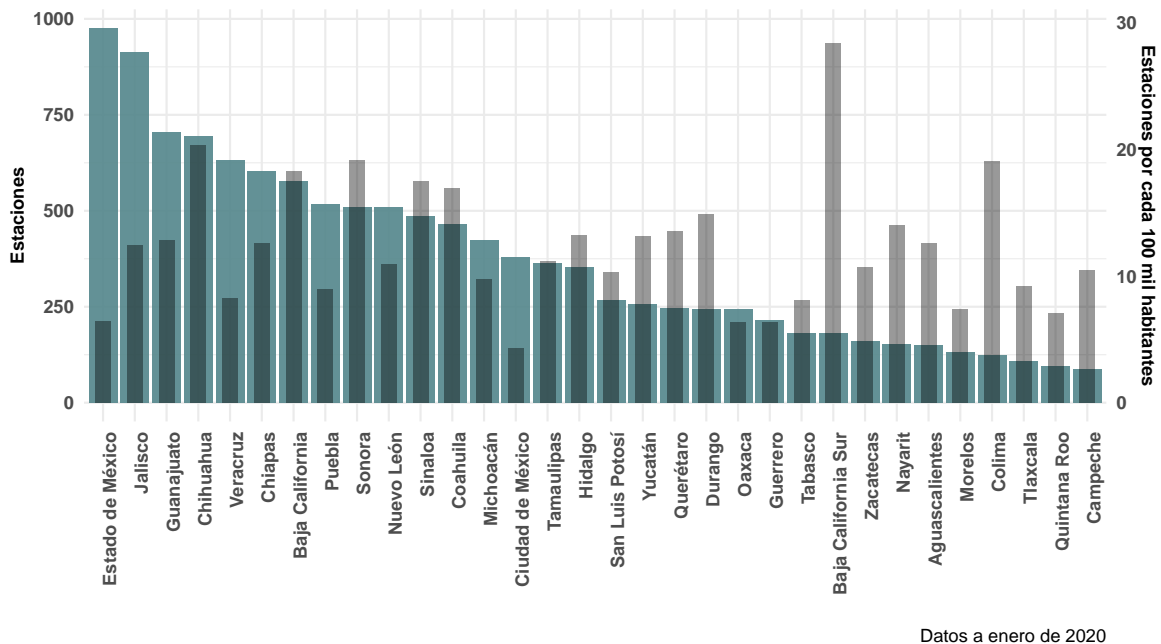
---

<sup>9</sup>Fuente: CRE. Disponible en: <https://www.gob.mx/cre/articulos/permisos-definitivos-otorgados-en-materia-de-petrolifero>

distinta a Pemex, pero venden combustible refinado o importado por Pemex y 3) las que pertenecen a una franquicia distinta a Pemex y venden combustible importado por privados. Exxon Mobil importa gasolina para sus estaciones de servicio en los estados de San Luis Potosí y Guanajuato (Cofece 2019).

A marzo de 2020 hay 11,945 estaciones de servicio en México, aunque hay 12,701 permisos de expendio en estaciones de servicio. En la Gráfica 2.5 se muestra el número de estaciones de servicio por entidad federativa (barras azules) y por número de habitantes (barras negras).

Gráfica 2.5: Estaciones de servicio por entidad federativa y número de habitantes.



Fuente: Elaboración propia con información de CRE e INEGI

Es posible notar que la población de algunas entidades tiene mayor dependencia al uso del automóvil; por ejemplo, Baja California Sur, Chihuahua y Sonora son las entidades federativas con mayor número de gasolineras por número de habitantes, con 28.4, 20.3 y 19.1 gasolineras por cada cien mil habitantes. En contraste, el Estado de México, que es la entidad con mayor número de gasolineras (976), se encuentra en la vigésimo novena de gasolineras por número de habitantes, con 6.4 gasolineras por cada cien mil habitantes. En el caso de la Ciudad de México, que se ubica en la décimo cuarta posición en por número total de gasolineras (380), se encuentra en la última posición en cuanto a número de gasolineras por número de habitantes, con 4.3 gasolineras por



cada cien mil habitantes; en este último caso, pudiera explicarse porque la población tiene acceso transporte público como el Metro, Metrobús y Ecobici.

En cuanto a la marca o franquicia, a nivel nacional hay un total de 2,051 permisos de estaciones de servicio que operan con marcas o franquicias distintas a la de Pemex. Esto es equivalente a 17% del total de estaciones en el país.

Tabla 2.7: Número de estaciones por franquicia en la ZMVM

Franquicia	No. de estaciones
Pemex	847
Hidrosina	65
BP	53
G500	44
Repsol	27
Total	17
Petro Seven	12
Shell	12
Gulf	4

Fuente: Elaboración propia con información de CRE.

En la ZMVM hay un total de 1,081 estaciones de servicio, 90% de ellas pertenecen a razones sociales que tienen sólo una estación, mientras que 5.21% de las estaciones pertenece a razones sociales que tienen dos estaciones; 4.75% de las estaciones pertenecen a razones sociales que tienen tres o más estaciones de servicio. Hay 847 estaciones de servicio que operan bajo la franquicia de Pemex, 91% de ellas pertenecen a razones sociales con una estación de servicio y las estaciones restantes pertenecen a 63 razones sociales distintas. Únicamente diez razones sociales tienen más de diez estaciones de servicio; destacan algunas razones sociales como Consorcio Gasolinero Plus S.A. de C.V., que tiene 46 permisos de expendio y Servicio Cúpula S.A. de C.V., que opera con franquicia Pemex y tiene 18 gasolineras.<sup>10</sup>

Como conclusión, del análisis de la cadena de valor se deriva lo siguiente: La ZMVM cuenta con siete terminales de almacenamiento; todas son abastecidas por ducto, aunque la terminal de Azcapotzalco también es abastecida por auto-tanques. El sistema de ductos que las conecta está conformado por siete ductos y dos ramales; de los ocho ductos, uno transporta turbosina; el resto son poliductos que transportan

---

<sup>10</sup>Información proveniente de las bases de permisos de expendio de la CRE

gasolina regular, gasolina premium y diésel. De esos seis ductos, cinco conectan las terminales de almacenamiento del interior de la ZMVM y uno proviene de una refinería, que es el poliducto Tula-Azcapotzalco. Desde la terminal de almacenamiento de Azcapotzalco se suministran tres terminales de almacenamiento. Gran parte de la gasolina que se consume en la ZMVM proviene de la refinería de Tula de Pemex. El transporte a las estaciones de servicio se realiza por medio de auto-tanques desde las TAR. Sólo las doce estaciones de servicio de Exxon pueden depender de variaciones en los precios mayoristas distintos a los de las TAR.

## 3 Revisión bibliográfica

### 3.1 Definición de mercados relevantes

El SSNIP-test (Small but Significant Non-transitory Increase in Prices) es una prueba iterativa proveniente de la teoría de la Economía Industrial que sirve como marco de referencia para la definición de mercados relevantes. En la primera iteración, se supone la existencia de un monopolista hipotético, quien es el único vendedor de cierto producto y se propone incrementar su precio, de manera no transitoria, entre 5 y 10%. Este incremento será rentable en la medida en que la diferencia entre las ganancias que el monopolista hipotético obtendrá derivadas de un incremento en su precio y las ganancias que deja de obtener derivadas de una disminución en la demanda sea positiva. En caso afirmativo, se concluiría que dicho producto forma por sí mismo un mercado relevante porque no existen otros productos que le ejerzan presión competitiva. En caso contrario, hay otro producto que captó la demanda de los consumidores que perdió el monopolista hipotético, el cual se incluye como parte del mismo mercado relevante; es decir, el producto que capturó la demanda ejerce presión competitiva al producto que subió de precio. En la siguiente iteración, el monopolista hipotético sube el precio de ambos productos; este razonamiento se realiza múltiples veces y termina cuando el monopolista hipotético encuentra rentable el incremento en los precios (Motta 2015). Cabe precisar que esta prueba es aplicable tanto en la dimensión producto como en la dimensión geográfica de los mercados relevantes y su resultado consta de un conjunto de productos (en una región geográfica), o regiones geográficas (para un producto) que tienen un grado de sustitución tal que las posibilidades que tendría el oferente de uno de los productos de subir su precio se ven limitadas.

Aplicar en la realidad esta prueba requiere contar con información que rara vez estará disponible, por lo que no es una prueba práctica. Esto ha motivado a los economistas industriales a diseñar pruebas alternativas que operen con información más accesible, pero que sean igual de válidas teóricamente; entre ellas se encuentran las pruebas estadísticas de precios. La justificación teórica del uso de estas pruebas parte de la concepción de mercado económico: Stigler y Sherwin (1985) dicen que el mercado de un bien es el área en la cual el precio de dicho bien tiende a la uniformidad, pudiendo diferenciarse por los costos de transporte. Equivalentemente, la Ley de un Solo Precio postula que los vendedores de bienes idénticos tienen incentivos a venderlos a precios

iguales. Por ejemplo, si hay dos bienes sustitutos y dos empresas, al establecer precios idénticos, la demanda se dividirá en partes iguales entre los dos jugadores, por lo que ésta es la mejor decisión que pueden tomar; incluso en el caso en el que los bienes estén situados en diferentes lugares y los consumidores tomen en cuenta el precio de los bienes ya entregados en donde ellos están, la Ley de un Solo Precio postula que los precios de los sustitutos perfectos convergerán hasta diferir solamente por la diferencia de los costos de transportación donde sea que se estén explotando las oportunidades de arbitraje (Davis y Garces 2010). Si dos áreas pertenecen al mismo mercado económico hay dos implicaciones: 1) si el precio en el área A se incrementa, entonces cierta parte de los consumidores estaría dispuesta a ir al área B y 2) el ajuste en los precios de ambas regiones provocado por las oportunidades de arbitraje y la homogeneidad del producto incitan que los precios relativos entre las áreas tiendan a un nivel de equilibrio (Bantle y Muijs 2018). Se aprecia que en esta situación ideal, el intercambio dentro del mercado no tiene restricciones ni costos, por eso la existencia de arbitraje fuerza a que los precios converjan. Cuando hay altas barreras a la entrada hacia los productos que se ofrecen fuera de la región geográfica, entonces los precios se moverán con total independencia dentro y fuera de la región. En este escenario irreal, definir mercados relevantes sería igual a definir mercados económicos, por lo que sería posible definir mercados relevantes con exactitud (Slade 1986).

Audy y Erutku (2005) mencionan que un mercado relevante necesariamente es un mercado económico; no obstante, la definición de mercados relevantes en la realidad es compleja y no es totalmente exacta. Por ejemplo, en el caso de su dimensión geográfica, normalmente hay cierto grado de conexión entre regiones para determinado producto, pero ésta está lejos de ser completa. A modo de ejemplo, puede ocurrir que los precios de un producto dado en la región geográfica B sean comúnmente mayores que los precios de ese mismo producto en la región A; sin embargo, la demanda se reparte en cierta proporción entre las dos regiones, toda vez que adquirir el producto en la región B tiene beneficios que hace que una parte de los consumidores prefiera adquirir el producto en esa área y pagar más por ello. Si el precio del producto en la región A aumenta, provocando que la diferencia entre los precios en la región A y la región B sean menores, y esto tiene como consecuencia que una parte de los consumidores habituales de la región A prefieran adquirir el producto en la región B, entonces podría haber evidencia de que ambas regiones pertenecen al mismo mercado relevante, aun cuando los precios del producto no son iguales. En ese sentido, Slade (1986) comenta

que es buena idea utilizar pruebas estadísticas de precios cuando múltiples mercados se superponen, toda vez que los choques de oferta y demanda en un área pueden causar cambios en los precios de otra área, incluso si el producto no se desplaza entre las regiones. Siguiendo en el ejemplo, la región B estaría enfrentando un choque de demanda que incentivaría a los oferentes de dicha región a subir los precios. De lo anterior se deriva que los precios de las regiones que pertenezcan a un mismo mercado no tienen que ser iguales, pero tienen que estar fuertemente relacionados (Boshoff 2013). Con esto se aprecia que las pruebas de precios, como la correlación de precios y la causalidad de Granger, son capaces de capturar el efecto que se identificaría si se contara con información suficiente para realizar el SSNIP-test: esta prueba predice que, si dos áreas geográficas ejercen presión competitiva entre sí para un determinado producto, el incremento en el precio de una de ellas conducirá a un incremento en la demanda en la otra; en este caso no se busca encontrar el cambio en la demanda de esas regiones que ejercen presión competitiva, sino que se recoge el subsecuente cambio en los precios.

Dicho lo anterior, es posible medir estadísticamente si los precios de dos áreas geográficas para un producto se mueven paralelamente a lo largo del tiempo con el análisis de correlación: una correlación alta y estadísticamente significativa entre precios de diferentes regiones provee evidencia de que estas regiones forman parte del mismo mercado relevante (Nieberding 2005). En otras palabras, una correlación alta entre series de precios de dos áreas geográficas sugiere que la elasticidad cruzada de la demanda entre las dos regiones es positiva, por lo que existe cierto grado de presión competitiva entre ellas.

Asimismo, es importante reconocer que no es necesario que el cambio en los precios sea simultáneo, debido a que la interacción en los precios también puede ser dinámica. La prueba de Granger indica si cambios en los precios en una región pueden causar estadísticamente cambios en los precios en otra región (Nieberding 2005). Su consistencia con el SSNIP-test implica que, si la causalidad existe sólo en una dirección, entonces las dos áreas no deben estar en el mismo mercado relevante, mientras que si la causalidad existe en ambas direcciones, efecto conocido como retroalimentación, entonces sí deben estarlo (Audy y Erutku 2005). Observar que los cambios en los precios en un área geográfica causan cambios en el mismo sentido en los precios de otra área y viceversa es una fuerte evidencia de que ambas áreas ejercen presión competitiva entre sí.

Hay dos razones por las que es conveniente acompañar el análisis de correlación con el análisis de causalidad: la primera es que la prueba de Ganger se enfoca en la existencia más que en la magnitud de la relación, por lo que no es necesario elegir un punto arbitrario de referencia; la segunda es que, mientras que el análisis de correlación provee información estática de la asociación lineal entre dos regiones, la prueba de Granger toma en cuenta la estructura dinámica de las decisiones de precios (Bantle y Muijs 2018).

### **3.2 Aplicación de las pruebas de precios en mercados de gasolinas**

Sherwin y Stigler (1985) fueron pioneros en la aplicación de la correlación de precios para definir mercados relevantes. Defendieron que las pruebas de precios son manejables en cuanto a sus requerimientos de información, como válidas en términos de la teoría de la Economía Industrial. Argumentaron también que las pruebas de precios pueden aplicarse de manera equivalente tanto en mercados competitivos como en mercados monopólicos y que una de sus ventajas es que, dado que los costos de transporte son estables, sólo se requieren las series de precios.

Aplicaron la prueba usando información de los mercados de plata, harina, tasas de interés hipotecarias y derivados del petróleo, entre los que se encuentran las gasolinas con y sin plomo, el diésel y el aceite. En el caso de los derivados del petróleo, hacen regresiones entre las series y el precio del petróleo para luego hacer el análisis de correlación sobre las primeras diferencias de los logaritmos de los residuos, debido a la presencia de correlación serial. Sus pruebas indican que la gasolina regular sin plomo y el diésel están en el mismo mercado relevante, mientras que el aceite forma parte de un mercado relevante distinto. Respecto de la dimensión geográfica, encuentran un coeficiente de correlación de 0.792 ente Nuevo Orleans y Chicago, 0.9967 entre Nuevo Orleans y Detroit y de 0.770 entre Chicago y Detroit, mas no concluyen si forman parte o no de un mismo mercado relevante (Stigler y Sherwin 1985).

Posteriormente, Cartwright et. al. (1989) retoman la investigación de Sherwin y Stigler (1985) y proponen la prueba de Granger como complemento de la correlación de precios, argumentando que con esta última se puede tomar en cuenta la dinámica de la formación de los precios y el nivel de eficiencia de un mercado; es decir, el nivel

de rapidez con el que la nueva información se refleja en los precios. Ellos mencionan que este comportamiento dinámico de los precios se manifiesta especificando la estructura de los retrasos o adelantos que se apliquen a las series de precios. Utilizan información similar a la de Sherwin y Stigler (1985), pero la amplían, teniendo datos de precios mensuales de nueve productos y veintidós ciudades. Al igual que Sherwin y Stigler (1985), utilizan primeras diferencias de los logaritmos de las series.

De acuerdo con su trabajo, al aplicar causalidad de Granger hay tres posibles conclusiones: 1) que las áreas estén en el mismo mercado relevante y que exista causalidad instantánea; es decir, que el mercado sea eficiente; 2) que las áreas formen un mismo mercado relevante pero que éste no sea eficiente, dado que se requieren retrasos para reflejar la causalidad y 3) que las áreas no formen parte de un mismo mercado relevante puesto que sólo existe causalidad unidireccional (Cartwright, Huang, y Kamerschen 1989).

Aplican la prueba de causalidad de Granger a los mismos mercados que Sherwin y Stigler (1985) y concluyen que su prueba refuerza sus resultados. En el caso de los derivados del petróleo encuentran causalidad y retroalimentación entre cuatro regiones geográficas. Asimismo, hallan que el mercado de los derivados del petróleo es eficiente, puesto que hay una causalidad instantánea estadísticamente significativa. Su conclusión es que, cuando se trabaja con definición de mercados en Economía Industrial, la prueba de Granger puede encontrar resultados consistentes con los obtenidos por correlación de precios, confirmando que se trata de una prueba apropiada empírica y teóricamente.

Una aplicación en el mercado de gasolinas se encuentra en Auty y Erutku (2005), quienes utilizan correlación de precios y causalidad de Granger para definir mercados relevantes en el mercado de las ventas al por mayor de gasolina en Canadá. La base que usaron contiene un total de sesenta observaciones de los precios mayoristas mensuales de gasolina regular sin plomo de doce ciudades canadienses, capturados entre enero de 1999 y diciembre de 2003.

En la regresión de las series de precios con el precio del petróleo utilizan tanto valores presentes como valores pasados del precio del petróleo para eliminar el efecto del factor común entre las series, esto debido a que al aplicar la prueba de Durbin-Watson sobre los residuos de la regresión utilizando sólo valores presentes de los precios del petróleo encontraban que la correlación serial persistía, lo cual sugiere que se estaban omitiendo variables.

Todos los coeficientes de correlación que calcularon fueron estadísticamente significativos al 99%, excepto uno que fue significativo al 90%, con lo cual sus resultados sugieren que hay un máximo de seis mercados relevantes en Canadá. Adicionalmente, investigaron los cambios que tenían los coeficientes de correlación respecto de la distancia entre las ciudades. Para lo anterior especificaron una ecuación de regresión de los coeficientes de correlación con el cuadrado de las distancias entre las ciudades. Encontraron que por cada mil kilómetros adicionales de distancia entre las ciudades el coeficiente de correlación disminuye 0.3.

Posteriormente, aplicaron la prueba de Granger, en donde utilizaron cuatro retrasos en las series para corregir la correlación serial. Este análisis reveló que Quebec y Ontario forman parte de un mismo mercado relevante, mientras que las ciudades del Oeste de Canadá forman un mercado relevante distinto, resultados congruentes con los de la correlación de precios. Asimismo, encontraron que es un mercado eficiente puesto que los precios responden rápido. Al igual que con la correlación de precios, estudiaron el comportamiento de la causalidad de Granger respecto de la distancia entre las ciudades, utilizando el cuadrado de las distancias en la ecuación de regresión. Sus resultados muestran que la relación entre la causalidad de Granger y la distancia es negativa.

Finalmente, el enfoque más actual se encuentra en Bantle y Mujis (2018), quienes combinan la prueba de correlación de precios con una técnica perteneciente a los métodos no supervisados del aprendizaje de máquina, llamada agrupación jerárquica, para definir mercados geográficos de estaciones de servicio de gasolineras en la región de Stuttgart, Alemania. Debido a que en Alemania se debe registrar el precio cada vez que las estaciones de servicio lo cambien y que esto suele ocurrir varias veces en el mismo día, para el periodo comprendido entre el 8 de junio de 2014 y el 6 de junio de 2017 y 186 estaciones de servicio se registraron un total de 1,370,994 precios.

Al igual que en los otros trabajos, se utilizó el componente estacionario de las series de precios y se eliminaron los efectos comunes, que en este caso se utilizaron valores pasados del precio del petróleo y el tipo de cambio entre el euro y el dólar. Con lo anterior hicieron el análisis de correlación de precios, el cual fue utilizado como medida de disimilitud en el proceso de agrupación jerárquica, que es un proceso iterativo en el que las dos observaciones con menor disimilitud son combinadas para formar un grupo, lo cual se repite hasta que todas las observaciones formen parte de un grupo, que es comúnmente representado por medio de un dendrograma.



Sus conclusiones son que los mercados relevantes de Stuttgart son pequeños y que las rutas suburbanas juegan un papel importante en la competencia entre estaciones, encontrando que éstas reaccionan a los cambios de precios de otras estaciones en dichas rutas.

## 4 Metodología

Debido a que en este trabajo las series contienen precios promedio por municipio, con la aplicación de las pruebas de precios se encontrará si es posible que los mercados relevantes para el expendio de gasolina regular pueden tener una extensión mayor a la de un municipio. Como se comentó en la revisión bibliográfica, las pruebas de precios pueden aportar evidencia que sugiera que para un producto dos regiones pueden formar parte del mismo mercado relevante si las decisiones de precios en ambas regiones están fuertemente relacionadas. En este caso, dos municipios formarán parte del mismo mercado relevante si se encuentra una correlación alta y la existencia de causalidad con retroalimentación entre las series de precios. Hallar lo anterior significa que un incremento en los precios de la gasolina regular en uno de los municipios tiene como resultado un desplazamiento de la demanda a otro municipio. A manera de ejemplo, encontrar que las decisiones de precios de los gasolineros de la alcaldía Benito Juárez están fuertemente relacionadas con las decisiones de precios de los gasolineros de la alcaldía Miguel Hidalgo, y que éstas se influyen mutuamente, quiere decir que los choques de demanda provocados por los cambios en los precios afectan a su vez las decisiones de precios en ambas regiones, reflejando, de este modo, la interacción competitiva entre los gasolineros. En contraste, si se encuentra que las pruebas estadísticas de precios sugieren que las decisiones entre ambas regiones se llevan a cabo de manera independiente, entonces los gasolineros de las regiones ven como competencia únicamente a las gasolineras que estén físicamente en su misma región.

En las aplicaciones empíricas mostradas en la revisión bibliográfica se identificó que se inicia por transformar los datos aplicando primeras diferencias de los logaritmos. En este trabajo se comienza por aplicar la misma transformación, que es válida económica y estadísticamente, como se muestra a continuación:

Sea  $p_{it}$  el precio promedio de la gasolina regular en el municipio  $i$  en el día  $t$ , en donde  $i = 1, 2, \dots, M$  y  $t = 1, 2, \dots, T$ , siendo  $M$  el número de municipios y  $T$  el número de días en la serie de precios correspondiente.

En la Ecuación 1 se muestra que la transformación logarítmica de las primeras diferencias de los precios es equivalente a una tasa de cambio en los precios que no

depende de la escala.<sup>11</sup>

$$\Delta \log(p_{it}) = \log(p_{it}) - \log(p_{it-1}) \approx \frac{p_{it} - p_{it-1}}{p_{it-1}} \quad (1)$$

Su validez económica se debe a dos razones: la primera es que aplicar las pruebas en los cambios porcentuales de los precios, y no en los precios absolutos, es equivalente a probar una versión relativa de la Ley de un Solo Precio: si dos regiones son de un mismo mercado, en su sentido económico, las tasas de cambio en los precios tenderán a la uniformidad. La segunda se refiere a su congruencia con la prueba del SSNIP-test: esta prueba, para este caso, comenzaría con el incremento del precio de la gasolina regular en el municipio  $i$ , de entre 5 y 10%, con lo cual se determinaría si otro municipio atrajo la demanda que perdió el municipio  $i$ , que, basado en el efecto sugerido por Slade (1986), es equivalente a examinar si ocurre un cambio porcentual en la misma dirección de los precios del municipio que probablemente le ejerce presión competitiva. En otras palabras, no se está examinando si los precios en dos regiones tienden a ser parecidos, sino que se intenta determinar si las decisiones de precios, independientemente del nivel absoluto de los precios, están relacionadas.

Por su parte, la justificación estadística para aplicar esta transformación es la siguiente: el análisis de correlación y el de causalidad de Granger requieren que las series sean estacionarias por dos razones; la primera, como señalan Bantle y Muijs (2018), es que el coeficiente de correlación converge a 1 para cualquier par de series de tiempo que tengan la misma tendencia y converge a -1 si las series de tiempo tienen tendencias opuestas; la segunda es que correr una regresión entre dos series no estacionarias tiene como resultado una regresión espuria; es decir, una regresión cuyos coeficientes mostrarán una relación positiva entre las series cuando en realidad no la hay, pudiendo ocurrir incluso cuando ambas series no tengan factores comunes (Granger y Newbold 1974). Que las series sean estacionarias quiere decir que fluctúan alrededor de una media que es constante en todo el periodo de tiempo. Las primeras diferencias de un proceso estocástico con tendencia (por ejemplo, un proceso de caminata aleatoria con deriva, que pareciera ser el más parecido a las series de precios mayoristas y minoristas de gasolina) resultan en un proceso estocástico estacionario, validando en ese sentido ambas pruebas de precios.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup>La equivalencia a la que hace referencia la Ecuación 1 es cierta para los casos en los que  $\frac{p_{it} - p_{it-1}}{p_{it-1}}$  sea cercano a cero.

<sup>12</sup>El proceso estocástico  $\{x_t : t = 1, 2, \dots\}$  es estacionario si para cada conjunto de índices

## 4.1 Eliminación del factor común en las series

El siguiente paso reside en la eliminación del factor común de las series, toda vez que si las series tienen factores comunes que estén correlacionados entre sí, las pruebas de precios definirán mercados relevantes muy amplios erróneamente, ya que una gran proporción de las decisiones de precios en realidad estará explicada por las variaciones de los factores comunes, mientras que lo que se pretende capturar son las decisiones de precios provocadas por la interacción competitiva entre gasolineras.

En este caso,  $p_{it}$  sigue estando influenciado por factores comunes. Los precios en TAR capturan prácticamente todos los factores comunes entre las series, ya que reflejan una ponderación de tres índices internacionales del precio del petróleo, una gran parte de los costos logísticos y el tipo de cambio del peso frente al dólar.

Para descontar este efecto, se corren regresiones usando los precios de la TAR más cercana a cada municipio y sus respectivos rezagos como variables explicativas de  $p_{it}$ , como se muestra en la Ecuación 2:

$$\Delta \log(p_{it}) = \beta_{j0} \Delta \log(p_{jt}) + \sum_{k=1}^L \beta_{jk} \Delta \log(p_{jt-k}) + \epsilon_{it} \quad (2)$$

en donde  $\Delta \log(p_{it})$  denota la diferencia logarítmica de los precios por litro de gasolina regular en el municipio  $i$  en el tiempo  $t$ , para  $i \leq M$ , siendo  $M$  el número de municipios;  $\Delta \log(p_{jt})$  es la diferencia logarítmica del precio mayorista del litro de gasolina regular en la TAR  $j$  en el tiempo  $t$ , siendo  $j$  el subíndice de la TAR más cercana al municipio  $i$ , con  $M < j \leq M + N$ , siendo  $N$  el número de TAR;  $k$  es el número de rezagos, para  $k \leq L$ , en donde  $L$  está en función de la frecuencia con la que cambian los precios en el municipio  $i$  y  $\epsilon_{it}$ , que es el residuo, puede ser interpretado como los cambios porcentuales en los precios ajustados por el factor común.

Adicionalmente, Bantle y Muijs (2018) y Audy y Erutku (2005) también comentan que es probable que estos errores presenten autocorrelación, que hace referencia a la situación en la que es posible identificar algún patrón de comportamiento en los residuos del modelo de series de tiempo. En la literatura econométrica se menciona que la

---

temporales  $1 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_m$ , la distribución conjunta de  $(x_{t_1}, x_{t_2}, \dots, x_{t_m})$  es la misma que la distribución conjunta de  $(x_{t_1+h}, x_{t_2+h}, \dots, x_{t_m+h})$  para todos los enteros  $h \geq 1$ . Esto quiere decir que la distribución conjunta de  $(x_1, x_1)$  debe ser la misma que la distribución conjunta de  $(x_t, x_{t+1})$  para cualquier  $t \geq 1$  (Wooldridge 2016).

existencia de autocorrelación en series de tiempo es muy común debido, principalmente, a la dependencia temporal provocada por la inercia que presentan los datos económicos, mientras que también puede surgir si hay un error en la especificación del modelo. Para lidiar con este problema, en este trabajo se elegirá  $L$  con base en el número de días promedio que tardan en cada municipio  $i$  en cambiar los precios minoristas.

## 4.2 Correlación de precios

La prueba de correlación de precios se aplica sobre los cambios porcentuales en los precios ajustados por los factores comunes, que se obtienen con los residuos de la Ecuación 2. Ésta consiste en el cálculo del coeficiente de correlación y su significatividad estadística para cada par de municipios.

El coeficiente de correlación entre los municipios  $x$  y  $y$ ,  $\rho_{x,y}$ , se calcula de la siguiente manera:

$$\rho_{x,y} = \frac{\sum_{t=1}^T (p_{xt} - \bar{p}_x)(p_{yt} - \bar{p}_y)}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (p_{xt} - \bar{p}_x)^2 \sum_{t=1}^T (p_{yt} - \bar{p}_y)^2}} \quad (3)$$

en donde  $T$  es el número de observaciones;  $p_{xt} = \epsilon_{xt}$  y  $p_{yt} = \epsilon_{yt}$ ; es decir, los residuos de las regresiones de los municipios  $x$  y  $y$ .

Si las dos series tienen una fuerte relación lineal positiva,  $\rho_{xy}$  será positivo y cercano a 1. Si la relación es débil,  $\rho_{xy}$  será cercano a 0 o menor que 0 cuando la relación sea negativa. Con esto, se pueden identificar los pares de municipios cuyas series de cambios en los precios indican que no pueden formar parte del mismo mercado relevante y los pares que sí podrían agruparse en un mismo mercado. Considerando un coeficiente de correlación de 0.5 como mínimo para que dos municipios sean candidatos a formar parte del mismo mercado relevante, se eligió usar esta información para encontrar aquellos que son mercados relevantes por sí mismos; es decir, los casos en los que para el municipio  $x$ ,  $\rho_{xy}$  nunca tuvo un coeficiente de al menos 0.5 y estadísticamente significativo para ningún municipio  $y$ . Este paso es útil porque permite descartar la aplicación de la prueba de Granger en pares de municipios que no pueden formar parte del mismo mercado relevante.

### 4.3 Causalidad de Granger

En los casos en los que la correlación de precios sugiere agrupar dos o más municipios en un mismo mercado relevante, se procede a aplicar la prueba de causalidad de Granger para confirmarlo. Esta prueba investiga si puede haber un efecto con rezago de los cambios en los precios en una región geográfica sobre los cambios en los precios de otra región geográfica. Es decir, permite determinar si valores pasados de los cambios en los precios en el municipio  $y$ ,  $p_{yt}$  ayudan o no a mejorar la predicción o explicación de los cambios en los precios en el municipio  $x$  que se obtendría si se utilizan únicamente valores pasados de  $p_{xt}$  y viceversa.

La forma en la que se conduce la prueba, para el par de municipios  $x$  y  $y$ , consiste en definir  $p_{xt}$  y  $p_{yt}$  en términos de sus propios valores con rezagos, incluyendo también valores rezagados del otro municipio:

$$p_{xt} = \alpha_{x0} + \sum_{k=1}^L \alpha_{xk} p_{xt-k} + \sum_{k=1}^L \beta_{xk} p_{yt-k} + \epsilon_{xt} \quad (4)$$

$$p_{yt} = \alpha_{y0} + \sum_{k=1}^L \alpha_{yk} p_{yt-k} + \sum_{k=1}^L \beta_{yk} p_{xt-k} + \epsilon_{yt} \quad (4.1)$$

En donde  $p_{xt}$  y  $p_{yt}$  se refieren a los residuos de las regresiones que eliminaron el factor común y  $L$  es el número de rezagos.

De las Ecuaciones 4 y 4.1 se derivan las siguientes posibilidades:

- a) Que  $\beta_{xj} = 0$  para todos los valores  $j = 1, \dots, L$ , por lo que  $p_y$  no es causante en el sentido de Granger de  $p_x$ .
- b) Que  $\beta_{xj} \neq 0$  para algún  $j = 1, \dots, L$ , por lo que  $p_y$  es causante en el sentido de Granger de  $p_x$ .

Y, equivalentemente:

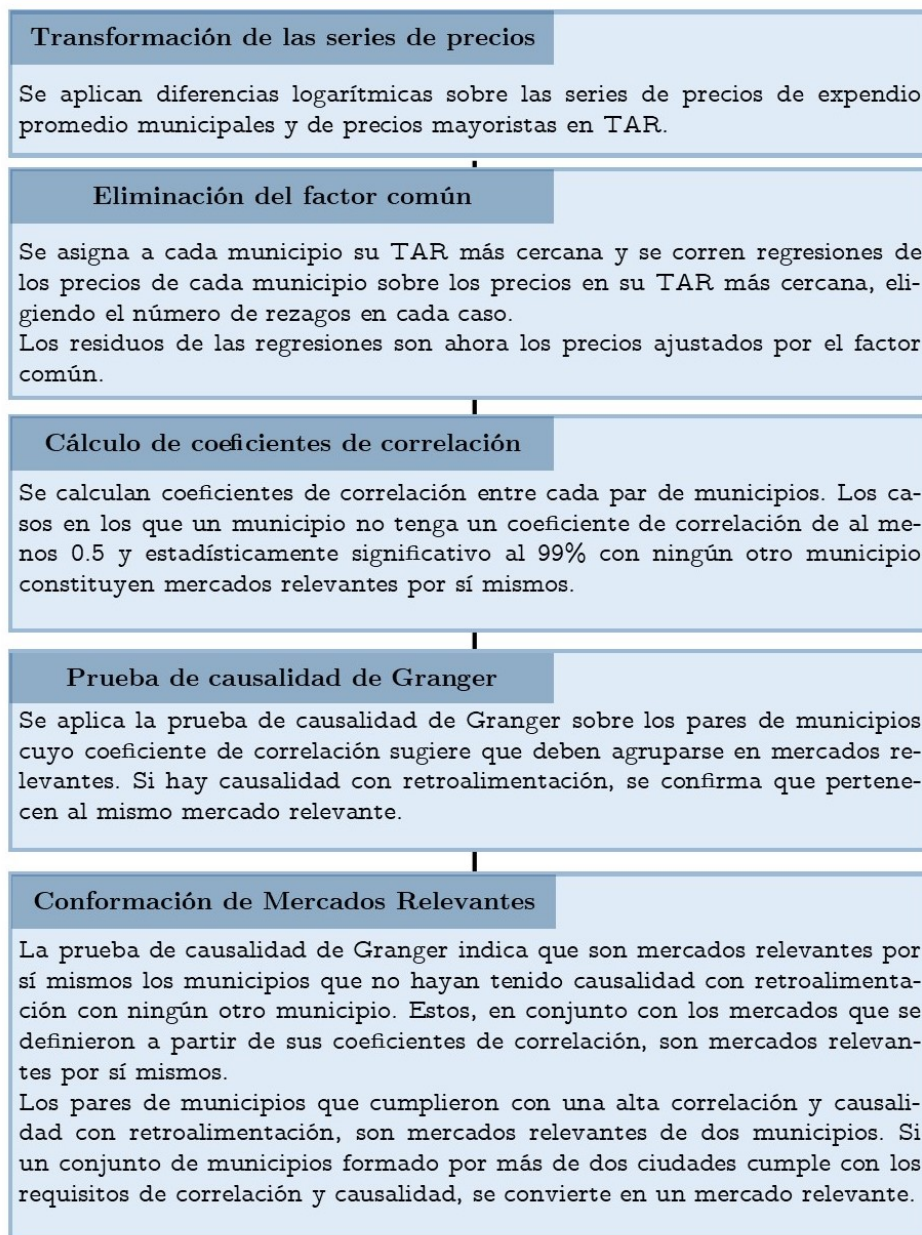
- c) Que  $\beta_{yj} = 0$  para todos los valores  $j = 1, \dots, L$ , por lo que  $p_x$  no es causante en el sentido de Granger de  $p_y$ .
- d) Que  $\beta_{yj} \neq 0$  para algún  $j = 1, \dots, L$ , por lo que  $p_x$  es causante en el sentido de Granger de  $p_y$ .

Se aprecia que es posible que entre un par de municipios exista causalidad en un solo sentido. Como se comentó, para agrupar dos municipios en un mercado relevante es necesario que la causalidad vaya en ambas direcciones, fenómeno conocido como retroalimentación.

Wooldridge (2016) menciona que cuando el número de rezagos  $L$  sea mayor que uno, la forma de probar la hipótesis nula de que no hay causalidad de Granger es calculando el estadístico  $F$ , que se utiliza para probar la significatividad conjunta de las observaciones de varias series.

Después de aplicar ambas pruebas para los pares de municipios como se mencionó, se considerará que dos o más municipios forman parte del mismo mercado relevante si el coeficiente de correlación entre ellos es grande y estadísticamente significativo y si se confirmó que existe causalidad con retroalimentación. Esto quiere decir que se pueden definir mercados relevantes conformados por un único municipio cuando los municipios no presenten una correlación grande y significativa con ningún otro municipio y cuando, a pesar de presentar coeficientes de correlación altos y significativos estadísticamente, no posean causalidad con retroalimentación con ningún otro municipio. Asimismo, es posible que existan mercados relevantes con más de dos municipios si todos los pares que se puedan formar con el conjunto formado por esos municipios cumple con los dos requisitos. En la Figura 4.1 se muestra un resumen esquemático de la metodología.

Figura 4.1: Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.



## 5 Descripción de los datos

Se utilizaron dos fuentes principales de datos: por un lado, derivado de una solicitud realizada a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, se obtuvieron 1,252 bases de datos, cada una con las posturas de precios de todos los permisionarios de expendio para cada día entre el 1 de enero de 2017 y el 4 de junio de 2020; por otro, se descargó del portal de datos abiertos de la CRE la base de datos denominada “Precios de venta vigentes de gasolinas y diésel en Terminales de Almacenamiento y Reparto”, que contiene los precios de venta diarios de gasolina regular en cada TAR de Pemex.<sup>13</sup>

Debido a que la liberación de los precios de expendio de gasolinas tuvo lugar el 30 de noviembre de 2017 en la ZMVM y a que a inicios del año 2020 hubo un cambio significativo en la dinámica del mercado provocado por la caída de los precios del petróleo y la contingencia del Covid-19, se optó por tomar, desde un inicio, el periodo comprendido entre el 30 de noviembre de 2017 y el 31 de diciembre de 2019 como muestra. Adicionalmente, el 13 de diciembre de 2018 hubo un cambio regulatorio que modificó la metodología para determinar los precios en las TAR de Pemex y durante enero de 2019 tuvo lugar un importante desabasto de gasolinas derivado del cierre de los ductos como estrategia del gobierno federal para combatir el robo de combustibles que obligó a las estaciones de servicio a racionar sus ventas. Por las razones expuestas, se decidió hacer el análisis en dos partes: en la primera, se utiliza el periodo comprendido entre el 30 de noviembre de 2017 y el 13 de diciembre de 2018 y en la segunda se toma en cuenta el periodo comprendido entre el 20 de enero y el 31 de diciembre de 2019.

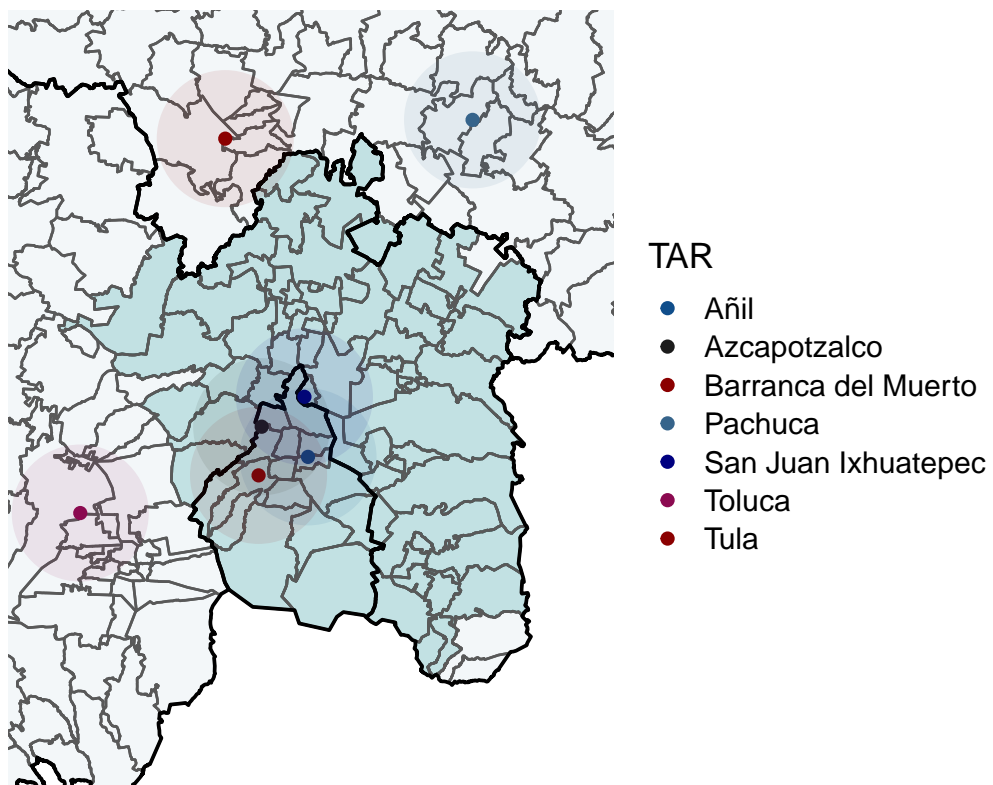
### 5.1 Precios en Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR)

Las TAR de Añil, Azcapotzalco, Barranca del Muerto, Pachuca, San Juan Ixhuatepec Toluca y Tula son las más cercanas a la ZMVM. Para determinar cuáles de ellas suministran las gasolinerías en cada municipio, se utilizó como parámetro la distancia lineal entre el centro de los municipios y las refinerías, que fue calculada con el paquete de R *geosphere*.

---

<sup>13</sup>Información disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/precios-maximos-de-venta-de-primera-mano-y-terminales-de-almacenamiento-de-petroliferos>

Figura 5.1: Terminales de Almacenamiento y Reparto cercanas a la ZMVM.



Fuente: Elaboración propia con información de Pemex e INEGI

En la Tabla 5.1 se muestran las TAR más cercanas a cada uno de los 69 municipios de la ZMVM y la distancia entre ellos en kilómetros.

Tabla 5.1: Distancias entre los municipios y su TAR más cercana

Municipio	TAR	Distancia (km)
Acolman	San Juan Ixhuatepec	24.7
Álvaro Obregón	Barranca del Muerto	2.63
Amecameca	Añil	47.38
Apaxco	Tula	15.54
Atenco	Toluca	8
Atizapán	Azcapotzalco	11.64
Axapusco	Pachuca	41.32
Azcapotzalco	Azcapotzalco	3.03
Benito Juárez	Barranca del Muerto	6.04
Chalco	Añil	26.8
Chiautla	San Juan Ixhuatepec	24.75
Chicoloapan	Añil	20.39
Chiconcuac	San Juan Ixhuatepec	22.74
Chimalhuacán	Añil	15.77
Coacalco de Berriozabal	San Juan Ixhuatepec	11.66
Cocotitlán	Añil	31.7
Coyoacán	Barranca del Muerto	8.05
Coyotepec	San Juan Ixhuatepec	29.35
Cuajimalpa de Morelos	Barranca del Muerto	8.57
Cuauhtémoc	Añil	4.32
Cuautitlán	San Juan Ixhuatepec	17.29
Ecatepec	San Juan Ixhuatepec	10.38
Gustavo a. Madero	San Juan Ixhuatepec	4.8
Huehuetoca	Tula	26.97
Hueypoxtla	Tula	27.52
Huixquilucan	Barranca del Muerto	13.99
Ixtapaluca	Añil	23.72
Iztacalco	Añil	1.22

Descripción de la base de datos

---

Iztapalapa	Añil	7.52
Jaltenco	San Juan Ixhuatepec	25.05
Jilotzingo	Tula	32.3
Juchitepec	Añil	42.06
La Magdalena Contreras	Barranca del Muerto	7.49
La Paz	Añil	16.29
Melchor ocampo	San Juan Ixhuatepec	20.47
Miguel hidalgo	Azcapotzalco	4.52
Milpa Alta	Añil	24.85
Naucalpan de Juárez	Azcapotzalco	5.6
Nextlalpan	San Juan Ixhuatepec	23.22
Nezahualcóyotl	Añil	6.94
Nicolás Romero	Azcapotzalco	21.01
Otumba	San Juan Ixhuatepec	42.13
Ozumba	Añil	52.21
San martin de las Pirámides	San Juan Ixhuatepec	35.24
Tecamac	San Juan Ixhuatepec	23.29
Temamatla	Añil	33.41
Temascalapa	Pachuca	34
Tenango del valle	Toluca	20.23
Teoloyucan	San Juan Ixhuatepec	25.35
Teotihuacán	San Juan Ixhuatepec	31.38
Tepetlaoxtoc	San Juan Ixhuatepec	31.11
Tepetlixpa	Añil	51.52
Tepotzotlán	San Juan Ixhuatepec	23.65
Tequixquiac	Tula	22.05
Texcoco	San Juan Ixhuatepec	24.33
Tezoyuca	San Juan Ixhuatepec	22.5
Tizayuca	San Juan Ixhuatepec	37.51
Tláhuac	Añil	17.11
Tlalmanalco	Añil	38.88
Tlalnepantla de Baz	Azcapotzalco	7.64
Tlalpan	Barranca del Muerto	14.47
Tonanitla	San Juan Ixhuatepec	18.57

## Descripción de la base de datos

---

Tultepec	San Juan Ixhuatepec	17.95
Tultitlan	San Juan Ixhuatepec	14.36
Valle de Chalco Solidaridad	Añil	21.56
Venustiano carranza	Anil	3.17
Villa del carbón	Azcapotzalco	39.64
Xochimilco	Añil	17.42
Zumpango	San Juan Ixhuatepec	30.03

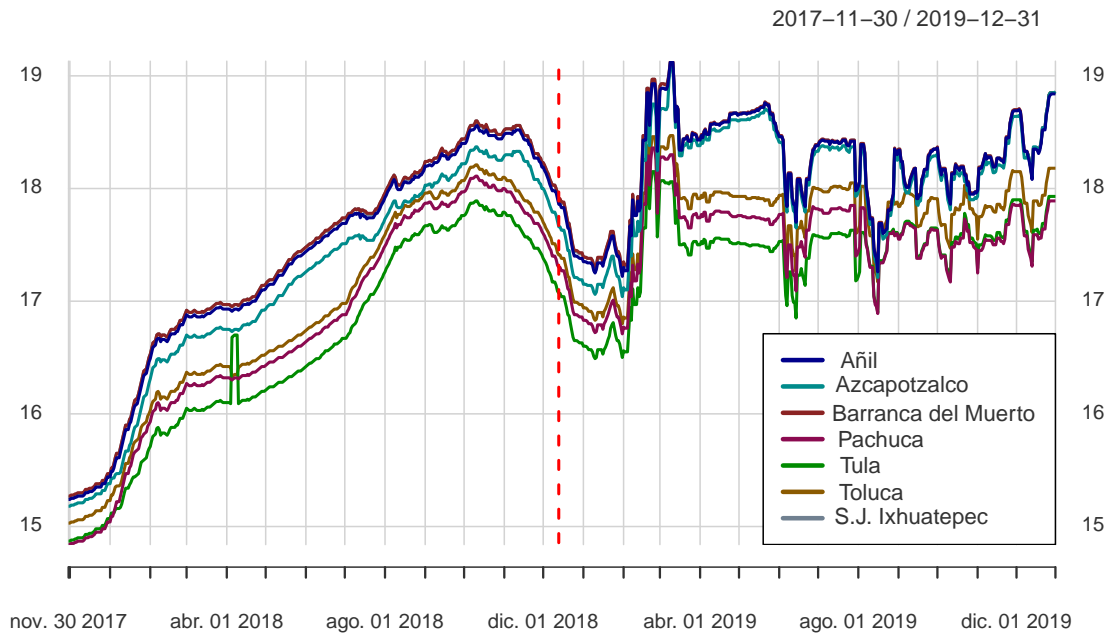
---

Fuente: Elaboración propia.

Esta información se utilizará en el siguiente capítulo para descontar el factor común de las series de precios de cada municipio corriendo las regresiones de los precios promedio municipales sobre los precios de su TAR más cercana.

Es posible ver en la Gráfica 5.2 que los precios en TAR se incrementaron hasta diciembre de 2018, posteriormente tuvieron un leve descenso y, en enero de 2019 hubo un leve incremento para posteriormente entrar en un periodo con una dinámica distinta a la del periodo anterior; se señala con la línea roja punteada el momento en el que cambió la metodología del cálculo de los precios en TAR. Adicionalmente, al observar que los precios, si bien siguen el mismo patrón, difieren entre las terminales, se puede atribuir esta variación a los costos de logística; un buen ejemplo es la TAR de Tula que en general presenta los precios más bajos, toda vez que está prácticamente a lado de la refinería de Tula, teniendo así costos logísticos menores.

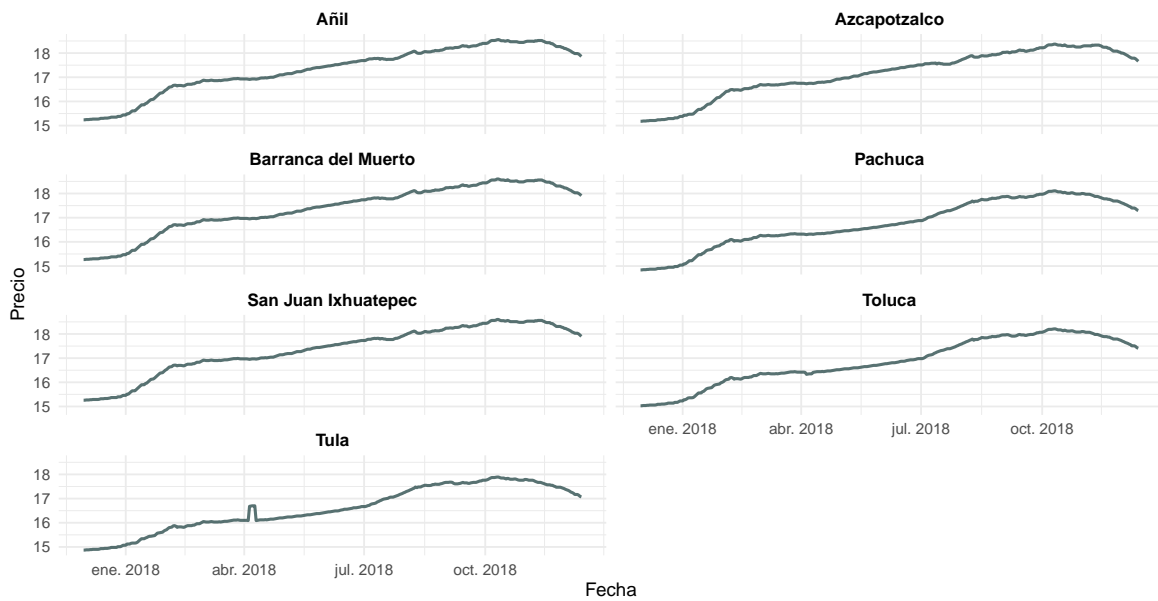
Gráfica 5.2: Precios de la gasolina regular en las TAR.



Fuente: Elaboración propia con información de Pemex

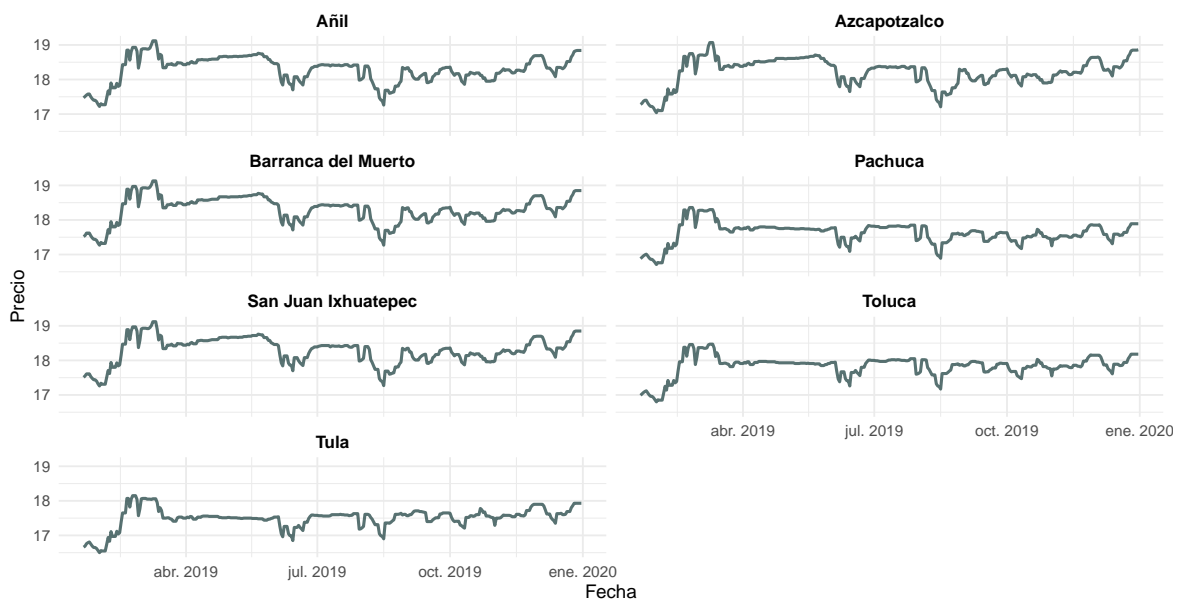
Una vez que se dividieron las series de precios en TAR, se vuelve más evidente la existencia de cierto cambio estructural. Como es posible ver en la Gráfica 5.3, los precios de las TAR tienen una clara tendencia creciente, mientras que en la Gráfica 5.4 se identifican cambios tanto al alza como a la baja, pero con una media más constante.

Gráfica 5.3: Precios de la gasolina regular en TAR en el periodo uno.



Fuente: Elaboración propia con información de Pemex

Gráfica 5.4: Precios de la gasolina regular en TAR en el periodo dos.



Fuente: Elaboración propia con información de Pemex

Es posible ver en las Tablas 5.2 y 5.3, que, en efecto, las estadísticas descriptivas cambian entre ambos periodos. Por ejemplo; en el periodo uno, los precios promedio por TAR son menores que en el periodo dos, no obstante, presentan una desviación estándar mayor, derivado de la tendencia creciente; en el periodo dos, la desviación estándar es menos que la mitad del periodo uno y los precios promedio son aproximadamente 1 peso mayores.

Tabla 5.2: Estadística descriptiva de los precios por TAR en el periodo uno

TAR	Media	Desv. Est.	Min	Máx
Añil	17.3	0.97	15.24	18.56
Azcapotzalco	17.13	0.94	15.18	18.37
Barranca del Muerto	17.4	0.97	15.27	18.6
Pachuca	16.75	0.97	14.84	18.11
S. J. Ixhuatepec	17.34	0.97	15.26	18.6
Toluca	16.86	0.95	15.03	18.21
Tula	16.57	0.92	14.87	17.89

Fuente: Elaboración propia con información de CRE

Tabla 5.3: Estadística descriptiva de los precios por TAR en el periodo dos

TAR	Media	Desv. Est.	Min	Máx
Añil	18.29	0.38	17.22	19.12
Azcapotzalco	18.22	0.4	17.04	19.07
Barranca del Muerto	18.3	0.38	17.27	19.13
Pachuca	17.62	0.3	16.71	18.36
S. J. Ixhuatepec	18.3	0.38	17.26	19.12
Toluca	17.84	0.3	16.8	18.47
Tula	17.5	0.3	16.5	18.15

Fuente: Elaboración propia con información de CRE

## 5.2 Precios en Estaciones de Servicio

Para complementar la información de precios a nivel permisionario de expendio se utilizaron dos fuentes adicionales: una proveniente de datos abiertos de la CRE, que contiene información geográfica de cada número de permiso y una base de datos con

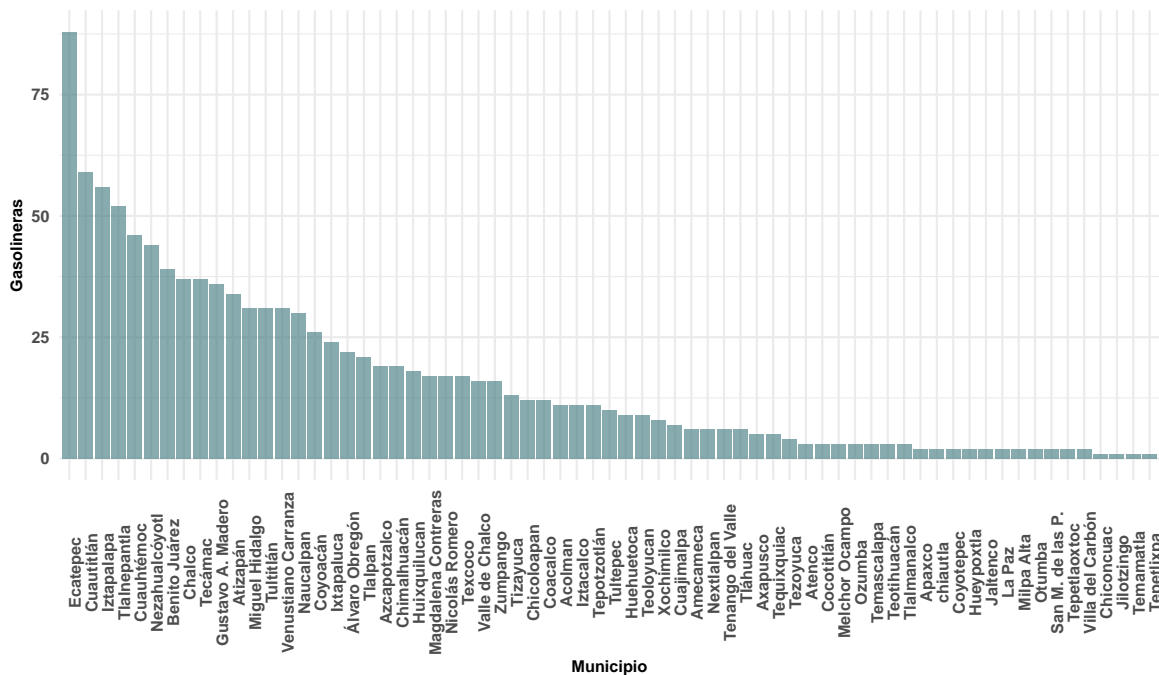


el nombre de la franquicia correspondiente a cada permisionario que opera con una franquicia distinta a Pemex.

Utilizando el número de permiso como variable clave se unieron las tres bases de datos y posteriormente se filtró de la siguiente manera: 1) se eliminaron todas las observaciones de estaciones de servicio que no pertenecieran a la ZMVM; 2) se filtraron las fechas para utilizar los datos comprendidos entre el 30 de noviembre de 2017 y el 31 de diciembre de 2019 y se dividió la base en los dos periodos de forma equivalente a los precios en TAR; 3) utilizando la función `boxplot()` de R se revisó la distribución de los precios para poder eliminar los datos atípicos; es decir, los precios por debajo de 16.26 pesos y por arriba de 22.50 pesos y 4) se calcularon promedios diarios por municipio.

Los municipios de Chiconcuac, Jilotzingo, Temamatla y Tepetilxpa sólo tienen 1 estación de servicio. En contraste, los municipios de Ecatepec, Cuautitlán e Iztapalapa cuentan con 88, 59 y 56 estaciones de servicio, respectivamente. En la Gráfica 5.5 se muestra el número de estaciones de servicio por municipio de la ZMVM.

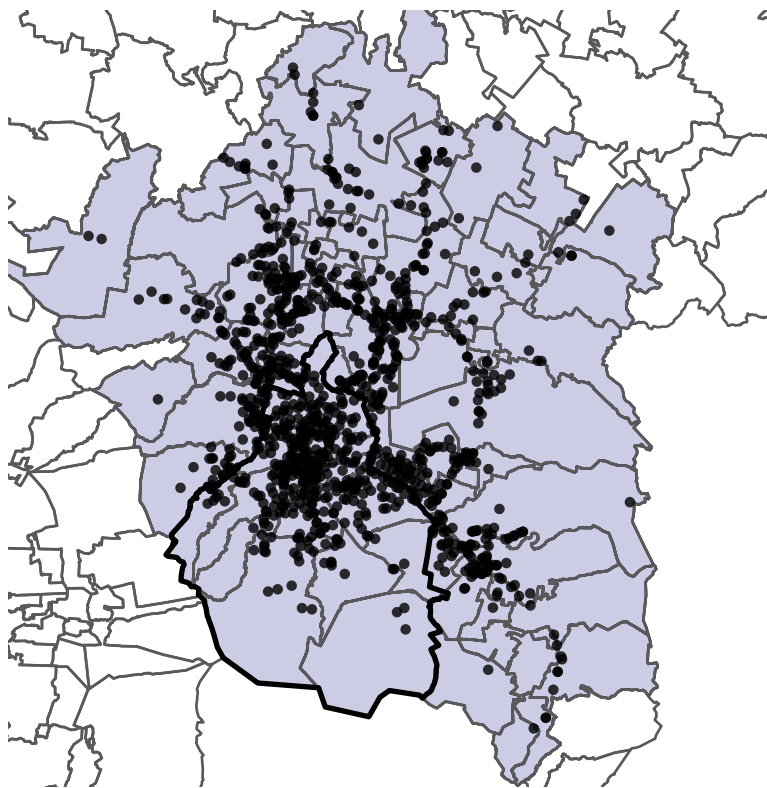
Gráfica 5.5: Estaciones de servicio por municipio en la ZMVM.



Fuente: Elaboración propia con información de CRE

La muestra contiene un total de 1081 estaciones de servicio; 78% de ellas opera bajo la franquicia de Pemex, lo restante opera bajo ocho franquicias distintas, siendo Hidrosina

Figura 5.6: Ubicación geográfica de las estaciones de servicio en la ZMVM.



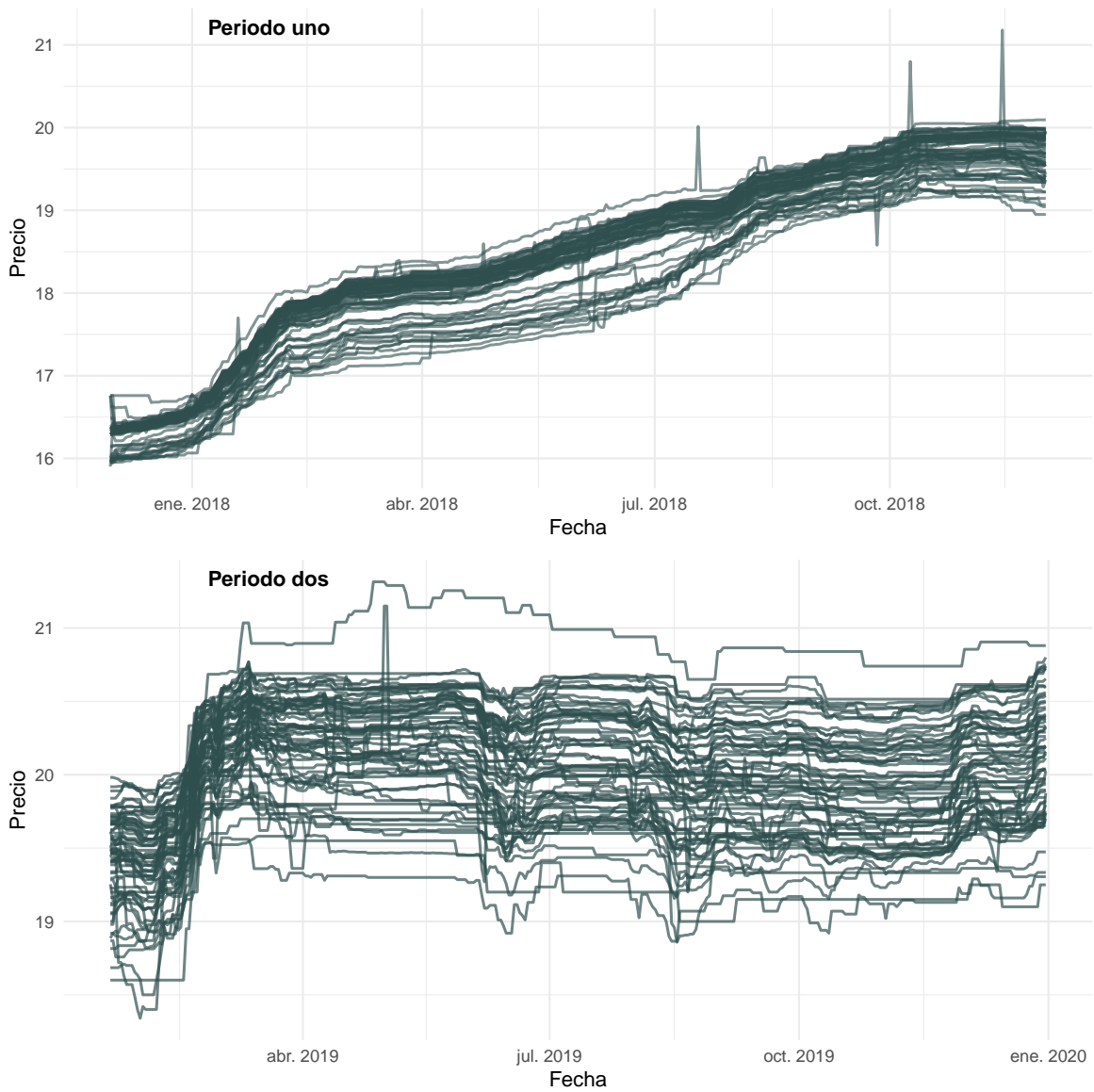
Fuente: Elaboración propia con información de CRE e INEGI

el segundo con mayor relevancia. Equivalentemente, poco más del 78% de los registros de precios provienen de gasolineras Pemex. Se aprecia que hay observaciones para 67 municipios distintos; esto se debe a que en los municipios de Juchitepec y Tonanitla, si bien tienen algún permisionario de expendio, éste no reportó precios en el periodo de investigación.

De esta forma, tenemos dos periodos, el primero con 24,222 observaciones en total, en donde cada municipio presenta 367 observaciones y el segundo con un total de 22,952 observaciones, 346 por cada municipio, cada una de las cuales se compone del promedio de las posturas de precios de todas las estaciones de servicio pertenecientes a cada municipio. Entre los veinte municipios con mayores precios promedio se encuentran 13 alcaldías capitalinas.

En la Gráfica 5.7 se muestran las evoluciones de los precios promedio de todos los municipios en los periodos uno y dos.

Gráfica 5.7: Evolución de los precios promedio por municipio en los periodos uno y dos



Fuente: Elaboración propia con información de CRE

Como es de esperarse, las series de precios de expendio siguen patrones y tienen una tendencia muy similares a los de las TAR, en ambos periodos, razón por la cual si se utilizan dichas series sin ningún ajuste, ambas pruebas de precios conducirán a definir mercados relevantes muy amplios o quizás un único mercado relevante. En el siguiente capítulo, se descuentan los factores comunes capturados por los precios en TAR para cada periodo.

## 6 Resultados

### 6.1 Eliminación del factor común en las series

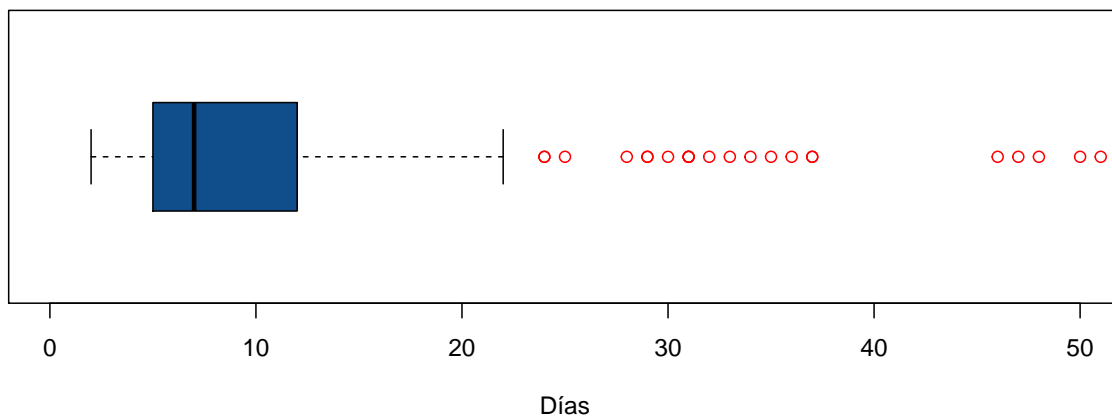
Para eliminar el factor común se utilizan los precios de venta en TAR, dado que ya incluyen el precio del petróleo, el tipo de cambio y una proporción de los costos logísticos; no obstante, es importante reconocer que dentro de los determinantes del precio minorista existen otros factores como el grado de competencia que enfrentan, el volumen promedio mensual de volumen de ventas y ciertas características particulares de cada municipio, como el nivel de ingreso promedio de sus habitantes.

Banxico encontró que un aumento en el costo logístico de 10% provoca un incremento de 5.3% en el precio de expendio. Asimismo, utilizando la distancia entre estaciones de servicio como aproximación del nivel de competencia que enfrentan, encontró que un incremento de 10% en la competencia se traduce en una disminución de 0.007% en el nivel de precios; finalmente, mostró que el nivel de precios responde positivamente respecto del nivel de demanda (Banco de México 2018). De igual forma, al monitorear la evolución de los precios de expendio de gasolinas a partir de su liberalización, halló que ante una disminución en el precio mayorista, los precios al consumidor se ajustan de manera más lenta, generando, durante el periodo de ajuste, incrementos en los márgenes de venta. Adicionalmente, detectó que esta velocidad en el traspaso depende del nivel de competencia que enfrentan los expendedores, toda vez que ante una disminución en el precio al mayoreo, los precios al consumidor disminuyen con mayor velocidad si los expendedores enfrentan mayor competencia (Banco de México 2019). Si bien lo anterior reconoce que otros factores influyen en las decisiones de precios de los expendedores, también sugiere que el principal factor común es precisamente el de los precios mayoristas.

De igual forma, se infiere que hay dos factores que influyen en la frecuencia del cambio en los precios. El primero de ellos se relaciona directamente con la frecuencia con la que las gasolineras reabastecen sus inventarios y el segundo se deriva de la velocidad de traspaso, que será mayor cuando los precios estén en aumento, pero menor cuando los precios disminuyan. Así, dado que la reacción de los expendedores ante cambios en los precios mayoristas no es inmediata, se concluye que es necesario incluir en el modelo un número de retrasos de los precios mayoristas que permitan reflejar la velocidad de traspaso. Bantle y Muijs (2018) comentan que la lógica detrás de la elección del número

de retrasos en la especificación del modelo incluye, además del objetivo de minimizar la autocorrelación, la intuición relacionada con el tipo de contratos de suministro que tienen los expendedores con sus suministradores mayoristas. En este trabajo se considera que el número de días que tardan los expendedores en cambiar sus precios al público es un buen parámetro para definir el número de retrasos de los precios mayoristas que se deben incluir en la regresión.

Gráfica 6.1: Distribución de los días que tardan los expendedores en cambiar sus precios



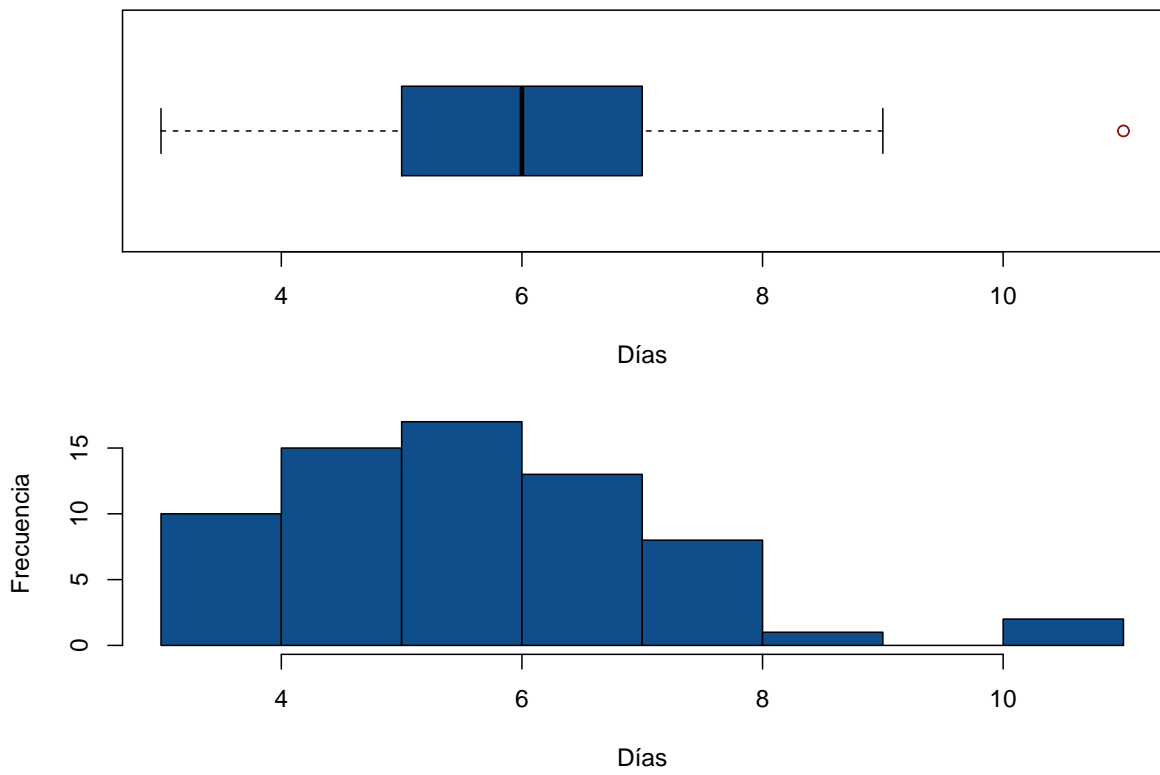
Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 6.1 se aprecia que, en promedio, los permisionarios mantienen el mismo precio durante 7 días; 50% de los permisionarios cambian sus precios con una frecuencia de 5 a 12 días y casi la totalidad de los permisionarios cambian sus precios con un máximo de 22 días; en contraste, hay 19 permisionarios que tardaron más de 23 días en cambiar sus precios.

Viéndolo a nivel municipal, como se aprecia en la Gráfica 6.2, los precios promedio en municipios cambian en promedio cada 6 días, mientras que el máximo se encuentra en los 9 días, desde donde sólo existe una observación atípica de más de 10 días. Esta información sugiere que los expendedores de gasolina transmiten el efecto del cambio en los precios mayoristas, al menos, cada seis días y no de manera diaria.

Adicionalmente, en la Gráfica 6.3 se puede observar el número de días promedio que se mantienen los precios a nivel municipal. Hay municipios, como Hueyapoxtla y Nextlalpan, en donde se requerirá un mayor número de rezagos para capturar la información pasada en sus decisiones de precios, mientras que en municipios como Valle de Chalco y Villa del Carbón, un menor número de rezagos será suficiente.

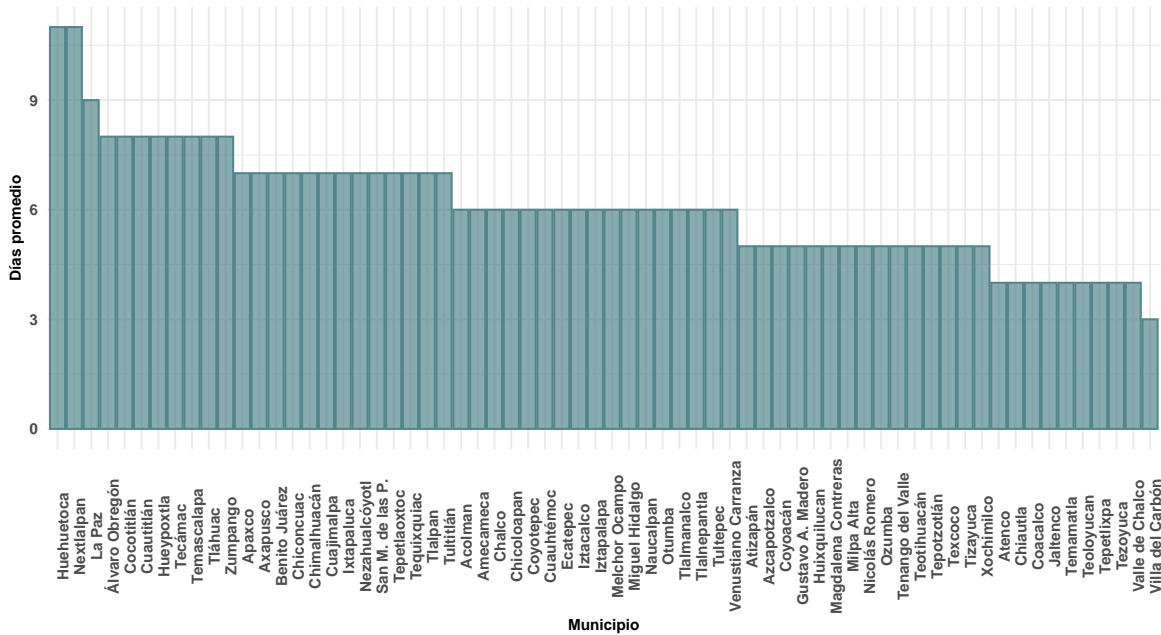
Gráfica 6.2: Distribución del número de días entre cambios de precios promedio en los municipios.



Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 6.3: Frecuencia del cambio en los precios por municipio.



Fuente: Elaboración propia.

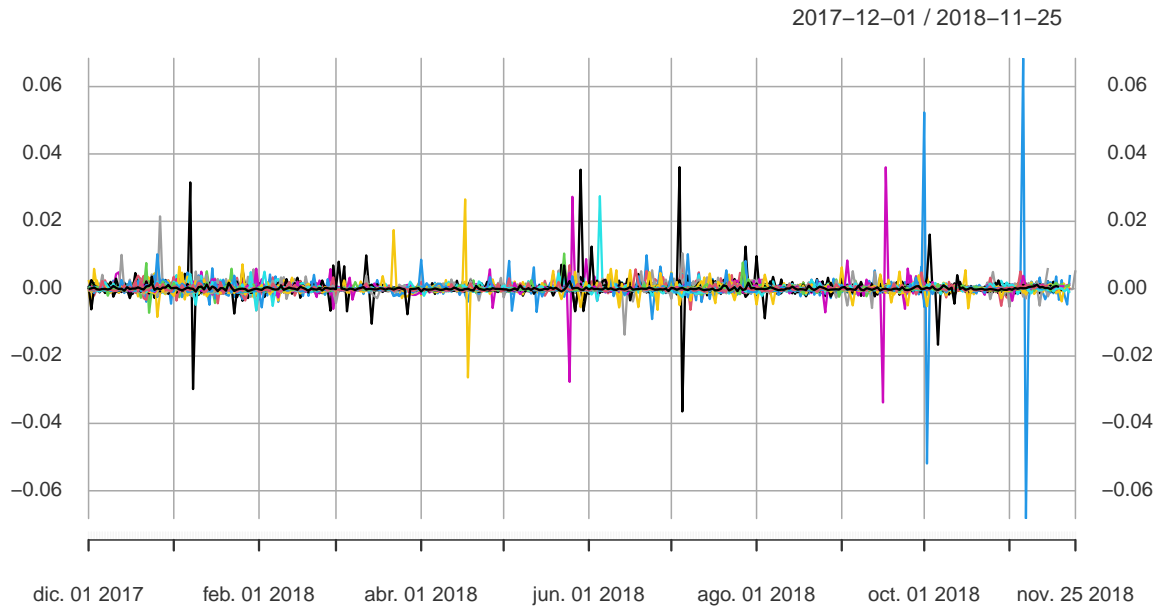
Se corrieron 66 regresiones, tal como se especificó en la Ecuación 2, en donde se optó por elegir el número de retrasos como doble del número promedio de días que se mantienen los precios en cada municipio, pues de este modo se refleja la frecuencia del cambio en los precios y se minimiza la autocorrelación. Este paso se realizó para el periodo 1 y el periodo 2 por separado.

De este modo, se obtuvieron dos bases de datos con los residuos diarios de las regresiones, una para cada periodo. Cabe señalar que derivado de que en cada regresión se utilizó un número distinto de rezagos, se perdió un número distinto de observaciones en cada municipio.

En las Gráficas 6.4 y 6.5 se muestran los residuos de todos los municipios en los periodos uno y dos, respectivamente. Se omitió etiquetarlos por ser 66 series distintas.

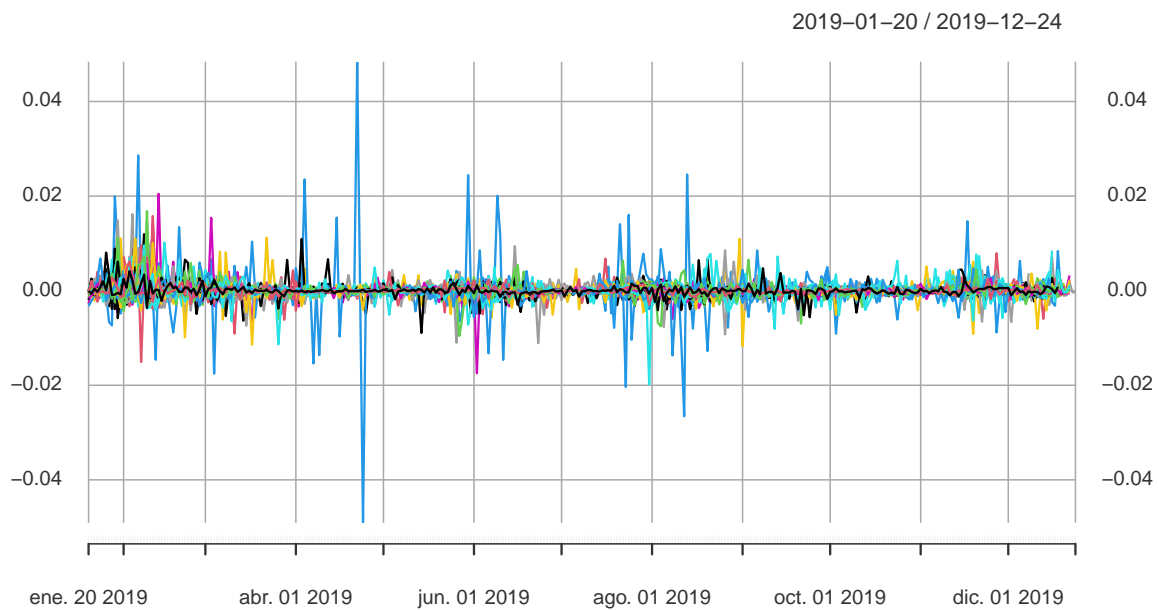
Dichos residuos capturan las decisiones de precios que no dependen del precio del petróleo, del tipo de cambio y de una proporción importante de los precios logísticos. Si bien no se utilizó información que refleje los costos de transporte desde las TARs hasta las estaciones en cada municipio, ni algún indicador del nivel de competencia, esto no representa un problema ya que dichas variables no cambian en el corto plazo. Por lo anterior, se considera que las series que hemos obtenido en este paso capturan

Gráfica 6.4: Residuos de las regresiones de cada municipio en el periodo uno



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 6.5: Residuos de las regresiones de cada municipio en el periodo dos



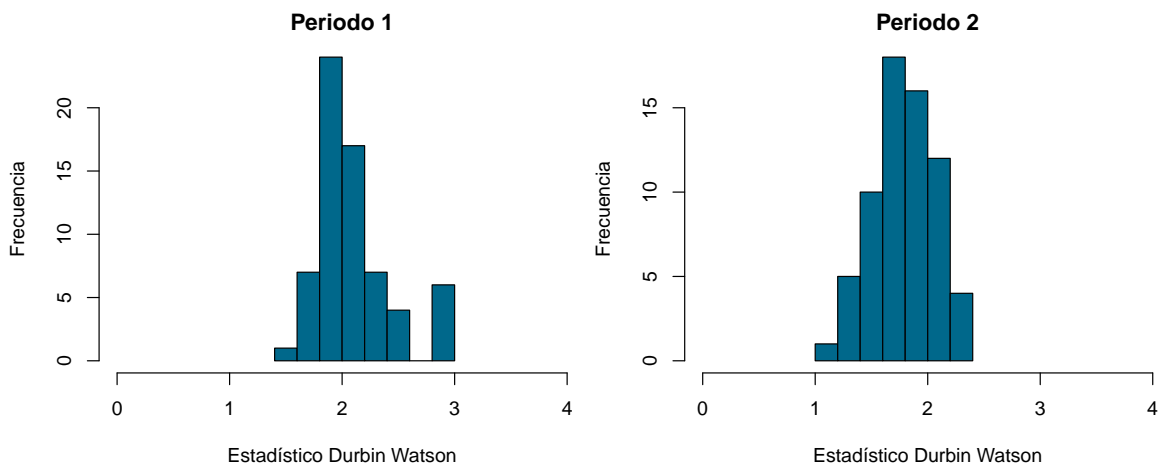
Fuente: Elaboración propia.

la estrategia de precios de los expendedores que se deriva de su interacción con su competencia; por ejemplo, las reacciones que tienen los expendedores cuando desean acaparar una mayor parte del mercado en el que compiten, o cuando uno de sus competidores baja o sube su precio.

Para cercionarse de que con el modelo de regresión utilizado se redujo lo mejor posible la presencia de autocorrelación se procede a analizar los residuos.

En los siguientes histogramas se muestran las distribuciones del estadístico Durbin Watson para los residuos de cada una de las regresiones en ambos periodos. Este estadístico toma valores entre 0 y 4; es deseable que la mayoría se encuentre alrededor de 2, ya que este valor indica ausencia de autocorrelación, mientras que los valores cercanos a 0 indican autocorrelación positiva y los valores cercanos a 4 indican presencia de autocorrelación negativa. Los valores críticos para definir las regiones de indecisión son distintos para cada regresión; no obstante, el valor  $p$  del estadístico, provisto por R, nos permite encontrar los casos en los que no podemos rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación.

Gráfica 6.6: Distribución del estadístico Durbin Watson de los residuos de las regresiones



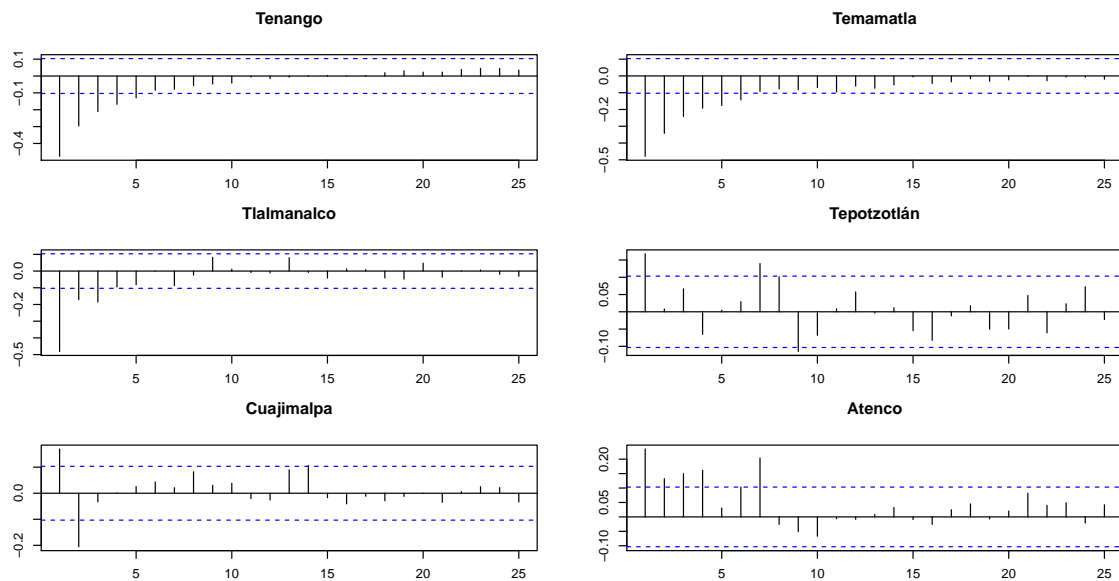
Fuente: Elaboración propia.

En el periodo uno fue posible eliminar por completo la autocorrelación en 53 de las 66 series, con un nivel de confianza de 99%. En el periodo dos, el número de series sin autocorrelación es de 38, con el mismo nivel de confianza. Una manera alternativa de revisar la presencia de autocorrelación es mediante autocorrelogramas. Se procede a revisar gráficamente lo que ocurrió con los casos con valores más extremos del

estadístico Durbin Watson; es decir, con los valores más pequeños del valor  $p$ .<sup>14</sup>

Las Gráficas 6.7 y 6.8 muestran los valores provenientes de la función de autocorrelación parcial, que mide el grado de asociación lineal entre dos variables del mismo proceso estocástico como función del número de rezagos.

Gráfica 6.7: Autocorrelogramas de los casos particulares en el periodo 1



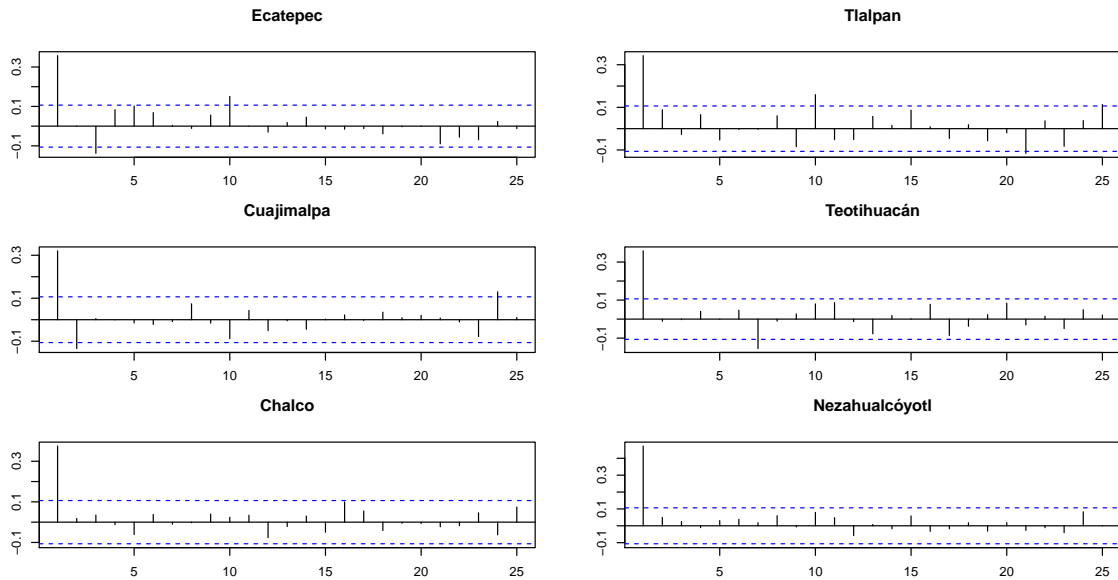
Fuente: Elaboración propia.

Gracias a ellas es posible identificar que, en ambos periodos, los casos de mayor indecisión no presentan una autocorrelación persistente, toda vez que es posible que presenten cierto grado de autocorrelación, pero únicamente con los primeros rezagos, momento a partir del cual la autocorrelación no es significativa.<sup>15</sup> No obstante, es posible identificar que en casos como los de Atenco, Tenango y Temamatla la autocorrelación es más persistente; al respecto, se detecta que en Temamatla sólo hay una estación de servicio, que pudiera estar fijando precios como monopolio, basándose en información que no es observable en el modelo; en Atenco y Tenango hay 4 y 6 estaciones, respectivamente, por lo que no se trata de situaciones equivalentes; no obstante, hay que considerar que aún en esos casos, no se presenta autocorrelación altamente persistente, lo cual era de esperarse ya que su estadístico Durbin Watson no fue cercano a 0 o a 4.

<sup>14</sup>La hipótesis nula es que no hay correlación serial.

<sup>15</sup>Las líneas azules de los autocorrelogramas muestran los intervalos de confianza; las líneas que se encuentren dentro de ellas muestran ausencia de autocorrelación.

Gráfica 6.8: Autocorrelogramas de los casos particulares en el periodo 2



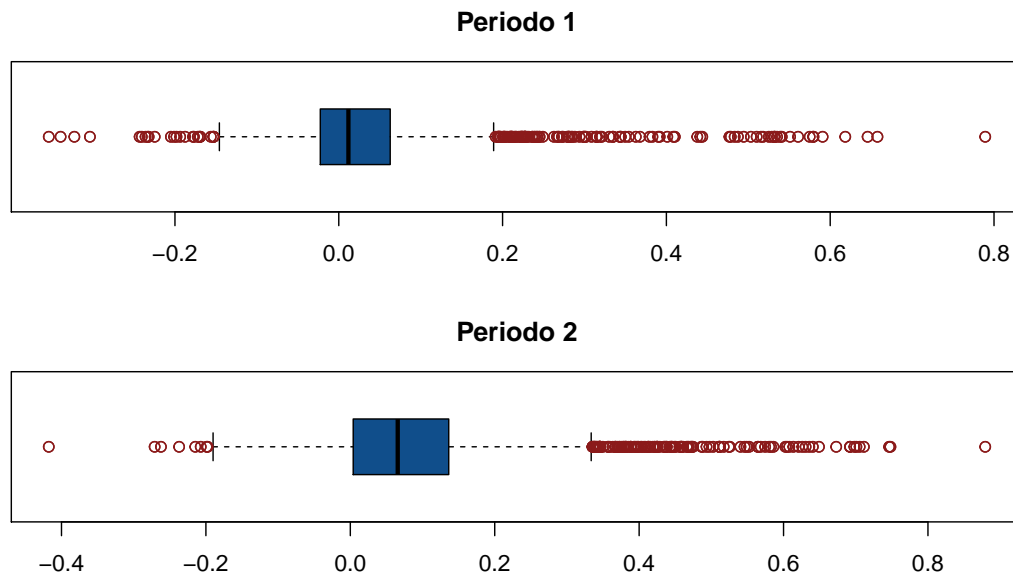
Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Correlación de precios

Teniendo los cambios en los precios ajustados por los factores comunes, es posible llevar a cabo el análisis de correlación. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre cada par de series.

A continuación, se muestra la distribución de los coeficientes de correlación entre todas las combinaciones de municipios distintos, en los periodos uno y dos.

Gráfica 6.9: Distribución de los coeficientes de correlación entre cada combinación de municipios.



Fuente: Elaboración propia.

En el periodo uno, la media se ubica en 0.0237; 50% de los datos están entre -0.0129 y 0.0727, mientras que las observaciones atípicas están a partir de 0.1989. En el periodo dos, la media se ubica en 0.06566; 50% de los datos están entre 0.00401 y 0.13632, en este caso, se aprecia un mayor número de observaciones con coeficientes altos, a partir de 0.33360.

En la bibliografía se reconoce que la elección del valor a partir del cual se puede aceptar que dos regiones pertenecen al mismo mercado relevante es arbitraria. Debido a la distribución de los coeficientes de este ejercicio, se optó por usar 0.5 como parámetro. Cartwright et. al. (1989) mencionan que un coeficiente de 0.5 o más es consistente con los aspectos cualitativos de la definición de mercados relevantes.

Al inspeccionar todas las posibles combinaciones de cada uno de los municipios, se consideraron como mercados por sí mismos los casos en los que ese municipio no tuviera un coeficiente mayor o igual a 0.5 con algún otro municipio. En esos casos, es posible afirmar que los mercados relevantes no pueden tener una extensión mayor a la de los municipios por sí mismos y no hace falta una revisión más exhaustiva.

De acuerdo con su comportamiento en el periodo uno, los municipios que conforman mercados relevantes por sí mismos son Acolman, Amecameca, Apaxco,

Atenco, Atizapan, Axapusco, Azcapotzalco, Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chimalhuacán, Cocotitlán, Coyotepec, Cuajimalpa de Morelos, Huehuetoca, Hueypoxtla, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotzingo, La Magdalena Contreras, La Paz, Milpa Alta, Nextlatpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Otumba, Ozumba, San Martín de las Pirámides, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Valle, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepetlixpa, Tepetzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Tizayuca, Tlalmanalco, Tlalpan, Tultepec, Valle de Chalco Solidaridad, Venustiano Carranza, Villa del Carbón, Xochimilco y Zumpango.

Por otro lado, los municipios que podrían ser agrupados en mercados relevantes son Álvaro Obregón, Benito Juárez, Coacalco de Berriozabal, Coyoacán, Cuauhtémoc, Cuautitlán, Ecatepec, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Melchor Ocampo, Miguel Hidalgo, Naucalpan de Juárez, Tecámac, Tláhuac, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán.

En el periodo dos, los municipios que constituyen mercados relevantes por sí mismas son Acolman, Amecameca, Apaxco, Atenco, Atizapan, Axapusco, Azcapotzalco, Chiautla, Chicoloapan, Chimalhuacán, Cocotitlán, Coyotepec, Huehuetoca, Hueypoxtla, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotzingo, La Magdalena Contreras, La Paz, Melchor Ocampo, Milpa Alta, Nextlatpan, Nicolás Romero, Otumba, Ozumba, San Martín de las Pirámides, Tecamac, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Valle, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepetzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Tizayuca, Tláhuac, Tlalmanalco, Villa del Carbón, Xochimilco y Zumpango.

Mientras que los municipios que podrían ser agrupados en mercados relevantes más grandes son Álvaro Obregón, Benito Juárez, Chalco, Coacalco de Berriozabal, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Cuauhtémoc, Cuautitlán, Ecatepec, Gustavo A. Madero, Huixquilucan, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Tepetlixpa, Tlalnepantla de Baz, Tlalpan, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad y Venustiano Carranza.

De esta forma, considerando el comportamiento de los precios durante el periodo uno se puede decir que hay por lo menos 51 mercados relevantes, mientras que el comportamiento de precios en el periodo dos indica que hay al menos 44 mercados relevantes.

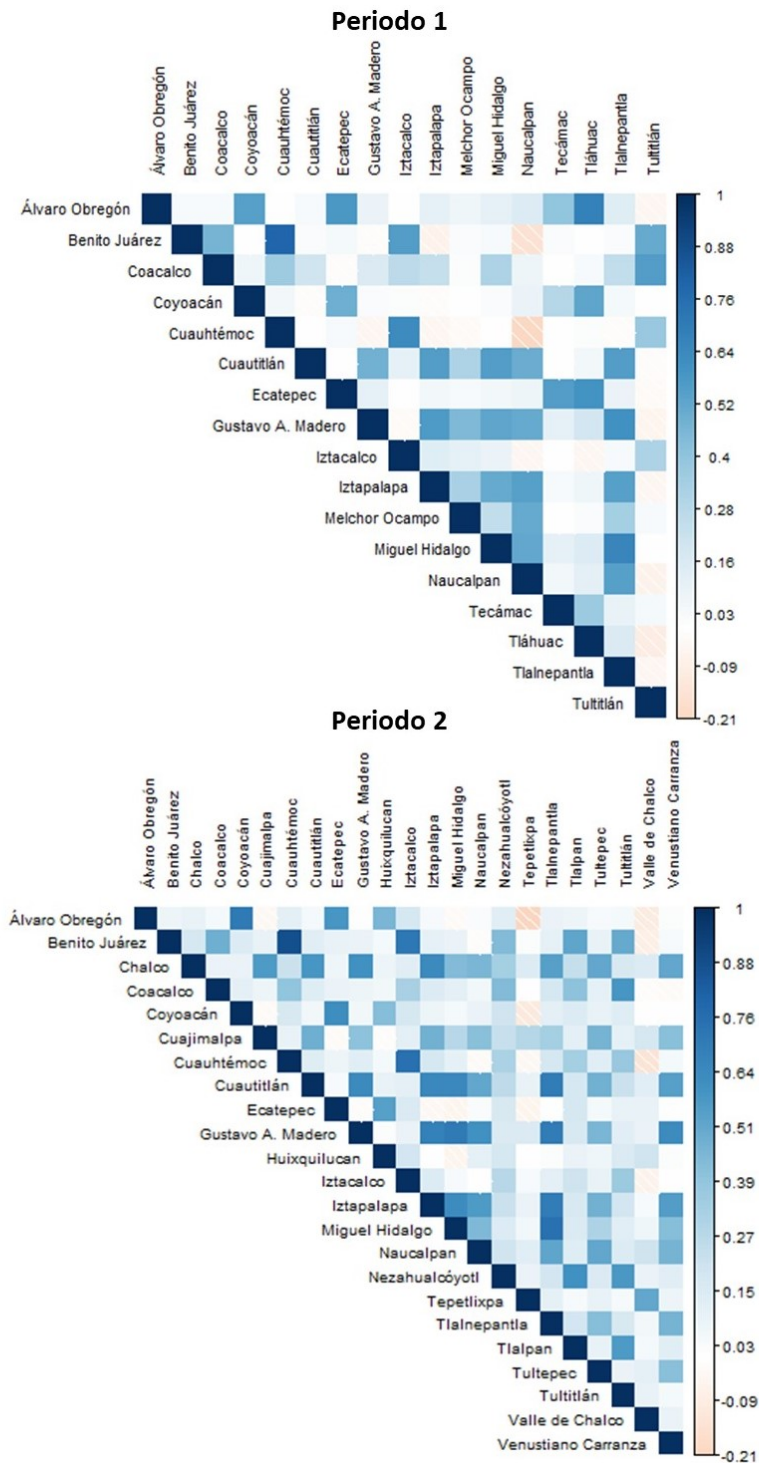
Se procede a inspeccionar más exhaustivamente lo que ocurre con los municipios restantes. A continuación, en la Figura 6.10 se muestran las matrices de correlación de

dichos municipios.



## Resultados

Figura 6.10: Matrices de correlación en los periodos uno y dos.



Fuente: Elaboración propia.

El color azul oscuro para un par de municipios indica que tienen un coeficiente de correlación cercano a uno entre sí. De nueva cuenta, es posible observar que hay combinaciones de municipios cuyo coeficiente de correlación sugiere que no deben pertenecer al mismo mercado relevante, como es el caso de Cuahutémoc y Naucalpan, que en el periodo uno presentan una correlación negativa y en el periodo dos ésta es cercana a cero; en cambio, considerando los coeficientes altos, es posible hacer múltiples combinaciones. En la siguiente subsección se aplica la prueba de causalidad de Granger en estos casos.

### 6.3 Causalidad de Granger

En la prueba de Granger, la hipótesis nula es que la segunda serie no es causante de la primera serie. Para llevar a cabo la prueba es necesario elegir el número óptimo de rezagos para cada par de municipios. Elegir un número muy alto de rezagos puede llevar a rechazar erróneamente la hipótesis nula de no causalidad, mientras que elegir un número muy reducido de rezagos puede llevar a tener una prueba sesgada debido a la correlación serial.

Usando el criterio de información de Akaike, en el primer periodo se eligió un promedio de cinco rezagos, en donde la mitad de las observaciones se encuentra entre tres y siete rezagos y el número máximo de rezagos fue de veinte. En el periodo dos, el número promedio de rezagos fue de cuatro, con 50% de las observaciones entre dos y diez rezagos y un máximo de veinte rezagos.

Como se mostró en el apartado metodológico, es necesario inspeccionar el valor  $p$  del estadístico F, que prueba la significatividad conjunta de las observaciones rezagadas de la serie que es candidata a ser causante en el sentido de Granger, para cada par de municipios. Se eligió un nivel nivel de confianza del 95%, con lo cual se encontró que hay 104 y 183 pares de municipios en los periodos uno y dos, respectivamente, que no presentan una causalidad estadísticamente significativa entre sí.<sup>16</sup>

En cuanto a los pares de municipios cuya causalidad es estadísticamente significativa, como se sugiere en la bibliografía, se procedió a comprobar la existencia de retroalimentación, requisito importante para definir mercados. Adicionalmente, los

---

<sup>16</sup>En la prueba, la causalidad tiene dirección, por lo que el par de municipios (A,B) es distinto al par de municipios (B,A)

casos en los que se encontró causalidad con retroalimentación, pero la correlación entre dicho par no fue igual o mayor a 0.5 también fueron descartados, en congruencia con el apartado anterior.

El criterio adoptado permitió determinar que, usando los datos del primer periodo, los municipios Benito Juárez, Coacalco de Berriozabal, Coyoacán, Cuahutémoc, Iztacalco, Tecamac, Tláhuac y Tultitlán son mercados relevantes por sí mismos.

Por su parte, en el segundo periodo, los municipios que se identificaron como mercados relevantes por sí mismos son Benito Juárez, Chalco, Coacalco de Berriozabal, Cuajimalpa de Morelos, Cuahutémoc, Huixquilucan, Iztacalco, Nezahualcóyotl, Tepetlizpa, Tlalpan, Tulpetec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad y Venustiano Carranza.

Los resultados formaron algunos mercados relevantes que abarcan una extensión mayor a la de un municipio; a continuación, en las Tablas 6.1 y 6.2 se muestran los resultados correspondientes a los casos en los que fue posible formar mercados extensos.

Tabla 6.1: Resultados de la prueba de Causalidad de Granger en el periodo uno

Par de municipios	Prueba de Granger (F)	Coefficiente de correlación
Ecatepec → Álvaro Obregón	4.396**	0.575**
Álvaro Obregón → Ecatepec	2.370**	0.575**
Iztapalapa → Cuautitlán	3.17**	0.551**
Cuautitlán → Iztapalapa	2.17*	0.551**
Iztapalapa → Gustavo A. Madero	2.82**	0.564**
Gustavo A. Madero → Iztapalapa	3.77**	0.564**
Miguel Hidalgo → Gustavo A. Madero	6.90**	0.525**
Gustavo A. Madero → Miguel Hidalgo	2.92**	0.525**
Miguel Hidalgo → Iztapalapa	5.63**	0.505**
Iztapalapa → Miguel Hidalgo	3.62**	0.505**
Naucalpan → Gustavo A. Madero	2.88**	0.509**
Gustavo A. Madero → Naucalpan	3.98**	0.509**
Naucalpan → Iztapalapa	3.46**	0.540**
Iztapalapa → Naucalpan	2.05*	0.540**
Naucalpan → Miguel Hidalgo	2.47*	0.519**
Miguel Hidalgo → Naucalpan	4.02**	0.519**
Tlalnepantla → Gustavo A. Madero	3.11**	0.604**
Gustavo A. Madero → Tlalnepantla	2.19*	0.604**

Nivel de confianza: \*p<0.05; \*\*p<0.01

Se aprecia que en los nueve pares de municipios formados con información del primer

periodo, la correlación es significativa al 99% en todos los casos, mientras que el estadístico F también es significativo al 99% con cuatro excepciones en las que es significativo al 95%.

Tabla 6.2: Resultados de la prueba de Causalidad de Granger en el periodo dos

Par de municipios	Prueba de Granger (F)	Coefficiente de Correlación
Coyoacán → Álvaro Obregón	9.017**	0.579**
Álvaro Obregón → Coyoacán	3.121**	0.579**
Ecatepec → Álvaro Obregón	22**	0.575**
Álvaro Obregón → Ecatepec	4.939**	0.575**
Iztapalapa → Cuautitlán	2.887**	0.525**
Cuautitlán → Izatapalapa	24.779**	0.525**
Iztapalapa → Gustavo A. Madero	2.779**	0.532**
Gustavo A. Madero → Izatapalapa	37.453**	0.532**
Miguel Hidalgo → Gustavo A. Madero	4.684*	0.503**
Gustavo A. Madero → Miguel Hidalgo	6.670*	0.503**
Tlalnepantla → Gustavo A. Madero	3.058*	0.580**
Gustavo A. Madero → Tlalnepantla	3.108*	0.580**
Naucalpan → Izatapalapa	26.156**	0.529**
Iztapalapa → Naucalpan	4.049**	0.529**
Tlalnepantla → Miguel Hidalgo	1.836*	0.646**
Miguel Hidalgo → Tlalnepantla	2.321*	0.646**

Nivel de confianza: \*p<0.05; \*\*p<0.01

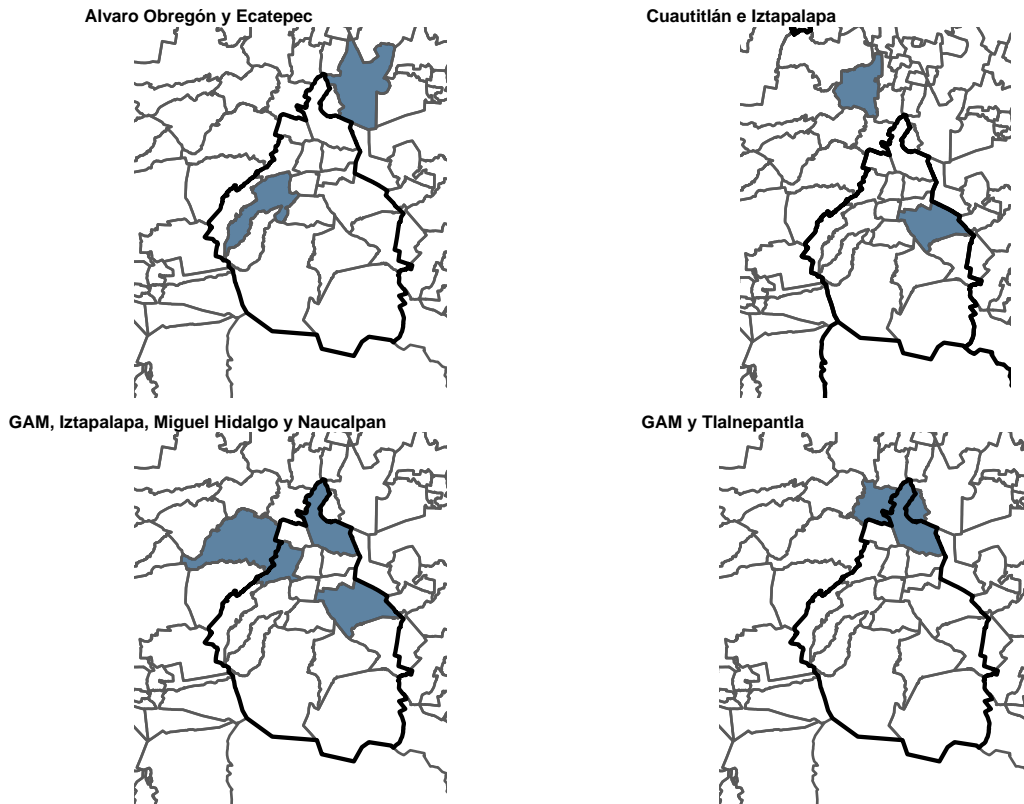
Los pares formados con información del segundo periodo también presentan coeficientes de correlación estadísticamente significativos al 99%, sin excepciones, mientras que el estadístico F es significativo al 99% con seis excepciones, en las que es significativo al 95%.

## 6.4 Conformación de los Mercados Relevantes

Se hallaron nueve y ocho combinaciones de municipios, en los periodos uno y dos, respectivamente, que cumplen las condiciones para agruparse en mercados relevantes. No obstante, a partir de dichas combinaciones, es posible formar mercados relevantes que incluyan más de dos municipios en ambos periodos. En el primer periodo, toda vez que los municipios de Gustavo A. Madero, Izatapalapa, Miguel Hidalgo y Naucalpan formaron mercados relevantes entre sí, es posible agrupar los cuatro municipios en un mismo mercado relevante. Adicionalmente, Álvaro Obregón con Ecatepec; Cuautitlán

con Iztapalapa y Gustavo A. Madero con Tlalnepantla son tres mercados relevantes distintos.

Figura 6.11: Mercados Relevantes con extensión mayor a un municipio en el periodo uno



Fuente: Elaboración propia.

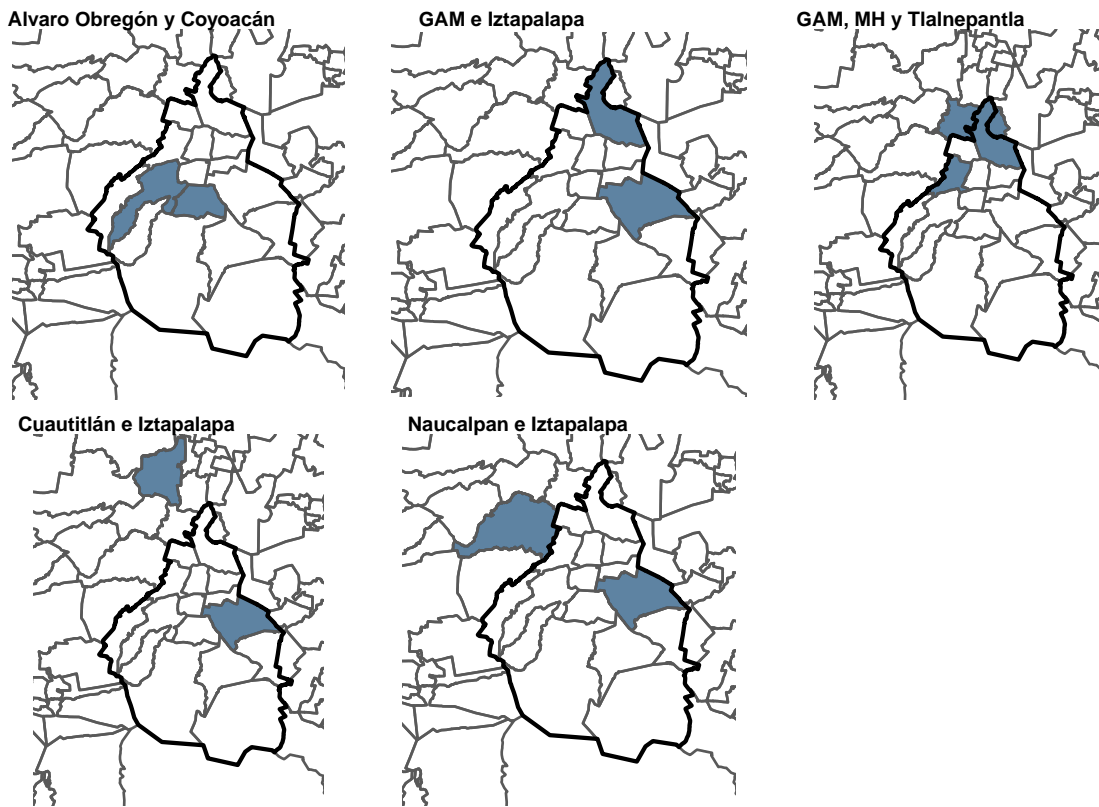
En el segundo periodo se identifica que los municipios Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo y Tlalnepantla podrían agruparse en un mismo mercado relevante, ya que cumplen en conjunto con todos los requisitos. Adicionalmente, Gustavo A. Madero forma parte de un mercado relevante más, con Iztapalapa y esta última forma un mercado relevante con el municipio de Naucalpan. Por su parte, Álvaro Obregón forma parte de dos mercados relevantes, uno con Coyoacán y otro con Ecatepec. En estos últimos dos casos, no es posible formar mercados relevantes conjuntos de tres municipios ya que el par adicional no cumple con los requisitos.

Tabla 6.3: Mercados Relevantes en el periodo uno

Mercados Relevantes	
1 Acolman	33 Melchor Ocampo
2 Álvaro Obregón y Ecatepec	34 Milpa Alta
3 Amecameca	35 Nextlalpan
4 Apaxco	36 Nezahualcóyotl
5 Atenco	37 Nicolas Romero
6 Atizapan	38 Otumba
7 Axapusco	39 Ozumba
8 Azcapotzalco	40 San Martín de las Piramides
9 Benito Juárez	41 Tecámac
10 Chalco	42 Temamatla
11 Chiautla	43 Temascalapa
12 Chicoloapan	44 Tenango del Valle
13 Chimalhuacán	45 Teoloyucan
14 Coacalco de Berrizabal	46 Teotihuacán
15 Cocotitlán	47 Tepetlaoxtoc
16 Coyoacán	48 Tepetlixpa
17 Coyotepec	49 Tepotzotlán
18 Cuahutemoc	50 Tequixquiac
19 Cuajimalpa de Morelos	51 Texcoco
20 Cuautitlán e Iztapalapa	52 Tezoyuca
21 Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Naucalpan	53 Tizayuca
22 Gustavo A. Madero y Tlalnepantla	54 Tláhuac
23 Huehuetoca	55 Tlalmanalco
24 Hueyoxtla	56 Tlalpan
25 Huixquilucan	57 Tultepec
26 Ixtapaluca	58 Tultitlán
27 Iztacalco	59 Valle de Chalco Solidaridad
28 Jaltenco	60 Venustiano Carranza
29 Jilotzingo	61 Villa del Carbón
30 Magdalena Contreras	62 Xochimilco
31 La Paz	63 Zumpango

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.12: Mercados Relevantes con extensión mayor a una municipio en el periodo dos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.4: Mercados Relevantes en el periodo dos

Mercados Relevantes	
1 Acolman	32 La Paz
2 Álvaro Obregón y Coyoacán	33 Melchor Ocampo
3 Álvaro Obregón y Ecatepec	34 Milpa Alta
4 Amecameca	35 Nextlalpan
5 Apaxco	36 Nezahualcóyotl
6 Atenco	37 Nicolas Romero
7 Atizapan	38 Otumba
8 Axapusco	39 Ozumba
9 Azcapotzalco	40 San Martín de las Pirámides
10 Benito Juárez	41 Tecámac
11 Chalco	42 Temamatla
12 Chiautla	43 Temascalapa
13 Chicoloapan	44 Tenango del Valle
14 Chimalhuacán	45 Teoloyucan
15 Coacalco de Berrizabal	46 Teotihuacán
16 Cocotitlán	47 Tepetlaoxtoc
17 Coyotepec	48 Tepetlixpa
18 Cuahutemoc	49 Tepotzotlán
19 Cuajimalpa de Morelos	50 Tequixquiac
20 Cuautitlán e Iztapalapa	51 Texcoco
21 Gustavo A. Madero e Iztapalapa	52 Tezoyuca
22 Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo y Tlalnepantla	53 Tizayuca
23 Huehuetoca	54 Tláhuac
24 Hueypoxtla	55 Tlalmanalco
25 Huixquilucan	56 Tlálpan
26 Ixtapaluca	57 Tultepec
27 Iztacalco	58 Tultitlán
28 Iztapalapa y Naucalpan	59 Valle de Chalco
29 Jaltenco	60 Venustiano Carranza
30 Jilotzingo	61 Villa del Carbón
31 La Magdalena Contreras	62 Xochimilco
	63 Zumpango

Fuente: Elaboración propia.



De los nueve mercados relevantes extensos del periodo uno, los mercados conformados por Gustavo A. Madero y Naucalpan, Iztapalapa y Miguel Hidalgo y Miguel Hidalgo con Naucalpan no se constituyeron como mercados relevantes con la información del periodo dos. Asimismo, los mercados formados por Miguel Hidalgo con Tlalnepantla y Álvaro Obregón con Coyoacán son mercados relevantes que se formaron en el periodo dos, pero no en el periodo uno. Los siguientes pares de municipios se conformaron como mercados relevantes con la información de ambos periodos: Álvaro Obregón con Ecatepec; Cuautitlán con Iztapalapa; Gustavo A. Madero con Iztapalapa; Gustavo A. Madero con Tlalnepantla e Iztapalapa con Naucalpan.

## 7 Conclusiones

Se aplicaron pruebas de precios usando datos de 67 de los 69 municipios de la ZMVM debido a la disponibilidad de la información. Las pruebas se aplicaron con información de dos periodos, debido a un cambio regulatorio intermedio. Con la información del primer periodo, se determinó que 58 de los 67 municipios constituyen mercados relevantes por sí mismos. Con los datos del segundo periodo, las pruebas arrojaron que 57 municipios son mercados relevantes independientes. Lo anterior sugiere que, en general, los mercados relevantes de expendio de gasolina regular en la ZMVM no tienen una extensión mayor a la de un municipio.

No obstante, también fue posible encontrar algunos posibles mercados relevantes que abarcan múltiples municipios. Algunos casos como los mercados formados por Cuautitlán con Iztapalapa o Álvaro Obregón con Ecatepec no son del todo congruentes con la intuición derivada del entendimiento del comportamiento del consumidor y de los agentes económicos: resulta poco probable y contraintuitivo que las gasolineras de Ecatepec vean como competencia las gasolineras de Álvaro Obregón, sobre todo considerando que se trata de municipios lejanos y entre los cuales no es evidente que haya un gran flujo vehicular. En contraste, los casos en los que se podría argumentar que la extensión de los mercados relevantes podría ser mayor a la de un municipio son en los que estos municipios son colindantes; por ejemplo, Álvaro Obregón con Coyoacán, Gustavo A. Madero con Tlalnepantla y Miguel Hidalgo con Naucalpan y en los que, a pesar de que no son colindantes, son municipios entre los cuales hay un gran flujo vehicular, como el caso del mercado formado por las alcaldías Gustavo A. Madero y Miguel Hidalgo, toda vez que podría argumentarse que los consumidores ven como sustitutas todas las gasolineras cercanas a su ruta habitual.

En síntesis, estos resultados sugieren que un posible argumento por parte de agentes económicos que postule que la competencia en el expendio de gasolina regular tiene una dimensión geográfica amplia será, en la mayoría de los casos que involucran municipios de la ZMVM, inválido. En consecuencia, la autoridad de competencia tendría que hacer el análisis de mercados relevantes de forma local. No obstante, no sobra señalar que para hacer un análisis concluyente, este tipo de pruebas deben estar acompañadas de otro tipo de evidencia, que provenga de un profundo entendimiento del mercado en cuestión, su cadena de valor, las barreras a la entrada, las particularidades legales e institucionales y el comportamiento de los consumidores.

## Índice de gráficas y figuras

1.1	Zona Metropolitana del Valle de México. . . . .	3
2.1	Cadena de valor de las gasolinas en México . . . . .	7
2.2	Producción mensual de gasolina por refinería (enero 2014- abril 2020). . . . .	9
2.3	Porcentaje del consumo nacional aparente satisfecho por importaciones. (2014-2020) . . . . .	10
2.4	Origen de las gasolinas. . . . .	11
2.5	Estaciones de servicio por entidad federativa y número de habitantes. . . . .	17
4.1	Esquema metodológico . . . . .	33
5.1	Terminales de Almacenamiento y Reparto cercanas a la ZMVM. . . . .	35
5.2	Precios de la gasolina regular en las TAR. . . . .	39
5.3	Precios de la gasolina regular en TAR en el periodo uno. . . . .	40
5.4	Precios de la gasolina regular en TAR en el periodo dos. . . . .	40
5.5	Estaciones de servicio por municipio en la ZMVM. . . . .	42
5.6	Ubicación geográfica de las estaciones de servicio en la ZMVM. . . . .	43
5.7	Evolución de los precios promedio por municipio en los periodos uno y dos . . . . .	45
6.1	Distribución de los días que tardan los expendedores en cambiar sus precios . . . . .	48
6.2	Distribución del número de días entre cambios de precios promedio en los municipios. . . . .	49
6.3	Frecuencia del cambio en los precios por municipio. . . . .	50
6.4	Residuos de las regresiones de cada municipio en el periodo uno . . . . .	51
6.5	Residuos de las regresiones de cada municipio en el periodo dos . . . . .	51
6.6	Distribución del estadístico Durbin Watson de los residuos de las regresiones . . . . .	52
6.7	Autocorrelogramas de los casos particulares en el periodo 1 . . . . .	53

6.8	Autocorrelogramas de los casos particulares en el periodo 2 . . . . .	54
6.9	Distribución de los coeficientes de correlación entre cada combinación de municipios. . . . .	55
6.10	Matrices de correlación en los periodos uno y dos. . . . .	58
6.11	Mercados Relevantes con extensión mayor a un municipio en el periodo uno . . . . .	62
6.12	Mercados Relevantes con extensión mayor a una municipio en el periodo dos . . . . .	64

## Índice de tablas

2.1	Parque vehicular por tipo de combustible . . . . .	5
2.2	Diez productos con mayor gasto trimestral en 2018 . . . . .	6
2.3	Capacidad instalada por refinería . . . . .	8
2.4	Resumen de la infraestructura de ductos en México . . . . .	13
2.5	Infraestructura de almacenamiento de petrolíferos en México . . . . .	14
2.6	TARs en la ZMVM . . . . .	15
2.7	Número de estaciones por franquicia en la ZMVM . . . . .	18
5.1	Distancias entre los municipios y su TAR más cercana . . . . .	36
5.2	Estadística descriptiva de los precios por TAR en el periodo uno . . . . .	41
5.3	Estadística descriptiva de los precios por TAR en el periodo dos . . . . .	41
6.1	Resultados de la prueba de Causalidad de Granger en el periodo uno . . . . .	60
6.2	Resultados de la prueba de Causalidad de Granger en el periodo dos . . . . .	61
6.3	Mercados Relevantes en el periodo uno . . . . .	63
6.4	Mercados Relevantes en el periodo dos . . . . .	65

## A Apéndices

### A.1 Autocorrelación

La autocorrelación hace referencia a la correlación existente entre los elementos de una serie de observaciones ordenadas en el tiempo (o en el espacio). Ésta es una vulneración del supuesto de independencia serial en el término de perturbación aleatoria; es decir

$$E(u_i u_j) = 0 \quad \forall i \neq j \quad (2.1)$$

deja de ser cierto.

Si se relaja la hipótesis de independencia serial en el término de perturbación aleatoria, como consecuencia tiene que la matriz de varianzas y covarianzas deja de ser escalar,

$$E(\overline{v\overline{v}'} ) = \Omega \quad (2.2)$$

por lo que los estimadores mínimo-cuadráticos dejarán de ser eficientes, produciéndose sesgos sistemáticos en el cálculo de sus varianzas muestrales y una incorrecta aplicación de los contrastes de hipótesis. No obstante, siguen siendo insesgados y consistentes. Como aproximación a esta cuestión, considérese que el término de perturbación aleatoria se genera mediante un esquema autorregresivo de primer orden, AR(1)

$$v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

tal que

$$|\rho| < 1, \varepsilon_t \approx N(0, \sigma_\varepsilon^2 I_n) \quad (2.4)$$

donde  $\rho$  y  $\varepsilon_t$  son el coeficiente de autocorrelación poblacional de primer orden y una variable aleatoria, respectivamente. De acuerdo con la Ecuación 2.4, la variable aleatoria  $v_t$  presenta una componente sistemática,  $\rho v_{t-1}$ , que puede captar la incidencia de la unidad temporal anterior, y una componente estrictamente aleatoria,  $\varepsilon_t$ , para la que se postulan hipótesis análogas a las del modelo de regresión.

Las variables aleatorias que satisfacen estas condiciones se denominan también variables de ruido blanco. A partir de 2.3, el cálculo de la matriz de varianzas y covarianzas del término aleatorio resulta inmediato, siendo

$$E(v_t) = 0 \quad (2.5)$$

y

$$\sigma_v^2 = E(v_t)^2 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \rho^2} \quad (2.6)$$

la esperanza y varianza homoscedástica, respectivamente, de dicha variable.

Asimismo, la covarianza entre  $v_t$  y  $v_{t-1}$ , autocovarianza de primer orden, será

$$E(v_t v_{t-1}) = \rho \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \rho^2} \quad (2.7)$$

Así, todos los estadísticos y pruebas en los que aparezca el término aleatorio se verán afectados. La varianza estimada del término de perturbación aleatoria probablemente subestime el verdadero parámetro poblacional,  $\sigma_v^2$ . Las pruebas t-Student y F dejarían de ser válidas, toda vez que conducirían a conclusiones erróneas sobre la significatividad estadística de los coeficientes de regresión estimados. Asimismo, los estimadores mínimo-cuadráticos se volverían sensibles a las fluctuaciones muestrales.

## A.2 Significatividad estadística del coeficiente de correlación

Probar la significancia del coeficiente de correlación provee cierta idea de qué tan grande debe ser el coeficiente de correlación para considerarlo suficiente para asumir la relación entre dos variables. Con el objetivo de probar la significancia estadística del coeficiente de correlación, es necesario definir el verdadero coeficiente de correlación que sería observado si se tuvieran todos los valores de la población. Para referirse a este coeficiente de correlación se usa  $\rho$ . La hipótesis nula es que no hay relación entre las variables  $X$  y  $Y$ . Esto es, si  $\rho$  es el verdadero coeficiente de correlación para las variables  $X$  y  $Y$ , cuando toda la población es observada, entonces la hipótesis nula es

$$H_0 : \rho = 0. \tag{4.2}$$

La hipótesis alternativa puede ser de tres formas:

Si no se tiene ninguna sospecha de cuál es la relación entre las variables

$$H_1 : \rho \neq 0 \tag{4.2.1}$$

si se sospecha que la relación entre las variables es negativa

$$H_1 : \rho < 0 \tag{4.2.2}$$

y si se sospecha que la relación entre las variables es positiva

$$H_1 : \rho > 0 \tag{4.2.3}$$

El estadístico de prueba para la prueba de hipótesis es el coeficiente de correlación muestral  $r$ . A medida que se extraen varias muestras, cada una de tamaño  $n$ , los valores de  $r$  varían en cada muestra. La distribución muestral de  $r$  se aproxima por una distribución  $t$  con  $n - 2$  grados de libertad. La desviación estándar de  $r$  se puede aproximar por

$$\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} \tag{4.2.4}$$

Para la hipótesis nula 4.2 el estadístico  $t$  estandarizado se puede escribir como

$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}} = r \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}} \tag{4.2.5}$$

y hay  $n - 2$  grados de libertad para el estadístico.



## Referencias

- Audy, Eva, y Can, Erutku. 2005. "Price tests to define markets: An application to wholesale gasoline in Canada." *Journal of Industry, Competition and Trade* 5 (2): 137–54. <https://doi.org/10.1007/s10842-005-3721-1>.
- Banco de México. 2017. "Informe Trimestral Enero-Marzo 2017."
- . 2018. "Consideraciones sobre los Determinantes de los Precios Regionales de la Gasolina en México," 40–43.
- . 2019. "Influencia de la Competencia en los Márgenes de Venta de las Gasolineras y los Precios al Consumidor."
- . 2020. "Informe Trimestral Enero-Marzo 2020."
- Bantle, Melissa, y Matthias, Muijs. 2018. "A New Price Test in Geographic Market Definition-An Application to German Retail Gasoline Market," no. 180.
- Boshoff, Willem H. 2013. "Limits and Uses of Price Tests for Market Definition Stellenbosch Economic Working Papers : 01 / 11 Limits and Uses of Price Tests for Market Definition." Matieland, South Africa: University of Stellenbosch.
- Cartwright, Phillip A., Mei -Ying Huang, y David R. Kamerschen. 1989. "Price Correlation and Granger Causality Tests for Market Definition." *Review of Industrial Organization* 4: 79–98.
- Cofece. 2019. "Transición hacia Mercados Competidos de Energía: Gasolina y Diésel." <https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2019/01/CPC-GasolinasyDiesel-30012019.pdf>.
- Davis, Peter, y Garces, Eliana. 2010. *Quantitative Techniques for Competition and Antitrust Analysis*. Princeton University Press.
- Granger, C. W. J., y P. Newbold. 1974. "Spurious Regressions in Econometrics." *Journal of Econometrics* 2: 557–61. <https://doi.org/10.1002/9780470996249.ch27>.
- Motta, Massimo. 2015. *Competition policy: Theory and practice*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804038>.
- Nieberding, James F. 2005. "Price Tests and Geographic Market Definition," 1–8.
- Sener. 2016. "Glosario de terminos usados en el sector energético," 48. [http://sie.energia.gob.mx/docs/glosario%7B/\\_%7Dhc%7B/\\_%7Des.pdf](http://sie.energia.gob.mx/docs/glosario%7B/_%7Dhc%7B/_%7Des.pdf).

———. 2018. “Mapa de la Infraestructura Nacional de Petrolíferos,” 1. <https://www.gob.mx/sener/articulos/mapa-infraestructura-nacional-de-petroliferos-31065>.

Slade, Margaret E. 1986. “Exogeneity Tests of Market Boundaries Applied to Petroleum Products.” *The Journal of Industrial Economics* 34 (3): 291–303.

Stigler, George, y Sherwin, Robert. 1985. “The Extent of the Market.” *Journal of Law and Economics* 28 (3): 555–85.

Wooldridge, J. M. 2016. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. Edited by D. Rodríguez. 4a. ed. Vol. 53. 9. Cengage Learning. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.