



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

Federalismo Fiscal en México; implicaciones
con la teoría de la Elección Pública (un
modelo econométrico)

Tesis

Para obtener el título de:

Licenciado en Economía

Presenta:

Francisco Alejandro Crespo Ramírez.

Hazel Eduardo Ortíz Gómez.

Director de Tesis:

Mtro. Raymundo Ildefonso Moscosa

Mora.

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, a XX de enero de
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.

**Federalismo Fiscal en
México; implicaciones
con la teoría de la
Elección Pública (un
modelo econométrico).**

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	- 4 -
CAPÍTULO I. FEDERALISMO FISCAL Y ELECCIÓN PÚBLICA	- 7 -
I.I. Federalismo Fiscal en México	- 7 -
I.I.II. Presupuesto Público y Finanzas Públicas	- 12 -
I.II. Elección Pública	- 27 -
CAPÍTULO II. SERIES DE TIEMPO	- 33 -
II.I. Ecuaciones Diferenciales	- 33 -
II.II. Series de tiempo	- 35 -
II.II.I. Modelos Estacionarios Univariados	- 37 -
II.II.II. Ecuaciones Simultáneas	- 56 -
II.II.III. Modelo vector auto regresivos (VAR)	- 61 -
II.II. IV. Modelo de Corrección de Error Vectoriales (VEC)	- 65 -
II.II.V. Pruebas de raíz unitaria	- 66 -
II.II. VI. Función Impulso respuesta	- 69 -
II.II.VII. Descomposición de la varianza	- 70 -
II.III. Apéndice Capítulo II	- 72 -
CAPÍTULO III. LA ELECCIÓN PÚBLICA ANALIZADA CON SERIES DE TIEMPO, DOS CASOS: ESTADO DE MÉXICO Y SAN LUIS POTOSÍ	- 73 -
III.I. Análisis social, económico y político del Estado de México y San Luis Potosí	- 73 -
III.II. Análisis econométrico	- 91 -
III.II.I. Metodología	- 92 -
III.II.II. Salidas de los Modelos	- 93 -
III.III. Apéndice Capítulo III	- 151 -
CONCLUSIONES	- 154 -
BIBLIOGRAFÍA	- 157 -

INTRODUCCIÓN

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece que nuestra forma de gobierno es mediante una Federación. Lo que implica cierta independencia de Estados-Gobiernos soberanos a la parte Central en la toma de decisiones y entre otras funciones. Sin embargo, en la parte fiscal no lo son del todo. Wallace Oates, economista estadounidense, retomó ideas de Charles Tiebout, donde se establece la teoría del federalismo fiscal, donde se tienen dos figuras: el gobierno central (o federal) y el gobierno local (estatal). Dicha teoría menciona que existen tres funciones específicas del sector público; función asignación, función de distribución y función de estabilización (Hernández, 1998). Para Oates, las funciones de distribución y estabilización las debe de realizar la parte central, mientras la función de asignación la debe realizar la parte local. Debido a que la parte central es insensible a cambios en la demanda o en la preferencia de los ciudadanos en bienes públicos. Es por ello, que el federalismo fiscal es atractivo ya que precede a una relación y coordinación entre los niveles, en el cual, uno delimita una óptima distribución, mientras que el otro, al tener contacto directo con los agentes económicos determina la focalización del gasto dadas las necesidades y oportunidades.

En la historia contemporánea de México se han llevado a cabo tres Convenciones Fiscales, donde se tenía un complejo sistema, y se vio la necesidad de una Nueva Coordinación Fiscal, de modo que en 1979 se establece el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF) (Mandujano, 2010), entrando en vigor en 1980 la Ley de Coordinación Fiscal. En relación con artículos de la materia en la CPEUM, menciona que los impuestos de alto nivel de movilidad (como el caso del Impuesto Sobre la Renta [ISR]) establece el gravamen y a la vez lo cobra la parte central, en compensación se le redistribuye a través de transferencias etiquetadas o no etiquetadas a la parte local, por medio de Participaciones Federales y Aportaciones Federales.

Lo que se produjo, fue un alto grado de centralización fiscal. En 1996, Amieva-Huerta J., hace notar que, en el rol del federalismo fiscal, el alto grado de dependencia de los ingresos estatales y municipales, donde más de la mitad del presupuesto local es principalmente gasto federalizado. Hoy en día, a excepción de tres entidades federativas, dependen en promedio entre el 70 y el 80% de ingresos federales. Ello lo refleja la tasa de crecimiento real del gasto federalizado, con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se observa una tasa anual de cinco por ciento, a partir del año 2000. Representado dicho gasto el ocho por ciento del Producto Interno Bruto (PIB), en promedio.

Después de ya casi cuarenta años del SNCF, vemos que hay grandes disparidades entre Estados, principalmente, del norte y del sur. El nivel de desarrollo, la calidad de vida, los niveles de pobreza, entre otros factores divergen considerablemente entre las entidades federativas. Claro, hay diversos factores iniciales que inhiben dichas disparidades, pero ¿No se supone que, en un federalismo, las entidades ricas ayudan, a través del gobierno central, a las entidades pobres? ¿No se emiten acciones redistributivas con la finalidad de minimizar los problemas de movilidad de la ciudadanía? ¿O es la propia eficiencia del gasto, central o local? Las propias reglas de distribución, como se comprobará, exacerban dicha disparidad.

Ahora bien, teniendo en cuenta estas consideraciones, dejan a las entidades con cierta potestad para la administración de su presupuesto de manera libre. La provisión de bienes y servicios crea un monopolio natural, es decir, el ejercicio del presupuesto crea un ente que es monopolio en dicha provisión

de bienes y servicios públicos. De manera que crea ciertos costos de oportunidades en las decisiones de los agentes que ejercen dicho presupuesto. Aquí, la elección pública, rama de la economía pública, estudia lo relacionado con las decisiones de naturaleza pública, donde se parte de la premisa de agente racional. El poder, el poder político define lograr ciertas metas a través de un ciclo político, en este caso, maximizar el presupuesto tal que, se minimice la pérdida de votos y conseguir un seguimiento del poder de burócratas o del partido político, y con ello un mayor presupuesto para ejercer de nuevo ese poder (Mueller, 1989).

Bajo este enfoque, nuestra hipótesis radica en que los funcionarios públicos del gobierno pugnarán por un mayor presupuesto, en el cual buscarán una maximización para que se mantengan en el poder o su partido político. Y a su vez, bajo el marco del federalismo fiscal que nos rige, dados los acuerdos en materia de coordinación fiscal; probaremos que las decisiones de política económica de los agentes de gobierno influirán o tendrán un impacto en los ingresos de libre disposición, así como el crecimiento económico, considerando las variables de redistribución de la Ley de Coordinación Fiscal.

Por otro lado, en lo que corresponde al análisis cuantitativo, se realizó una revisión a la parte teórica correspondiente a series temporales, con el fin de conocer las principales características de los modelos uniecuacionales y multiecuacionales, donde en la primera parte del capítulo segundo, se menciona una breve introducción a las ecuaciones diferenciales, así como las particularidades que deben de cumplir las series con el fin de que sea estacionaria y su análisis arroje los óptimos resultados y pronósticos. En la segunda sección se analizan los modelos para una variable, como lo son modelos autorregresivos AR (p), modelos con medias móviles MA (q) o modelos autorregresivos con medias móviles ARMA (p, q) y ARIMA (p, i, q). Posteriormente, se hace un repaso sucinto de ecuaciones simultáneas, siendo éste un preámbulo para modelos de más una ecuación y más de una variable, revisando la parte teórica detrás del modelo VAR (p), donde tiene la peculiaridad y provocación que en definición no tenemos variables exógenas en sí, es decir, no son totalmente independientes. Revisando a la vez la Causalidad en el Sentido de Granger, las Funciones Impulso Respuesta y la Descomposición de la Varianza, así como las pruebas necesarias para que el modelo que se especifica sea estable y estacionario. Al final del capítulo se tendrá un apartado de conclusiones a lo referente a los resultados de los modelos, así como su relación con la teoría.

Las variables utilizadas en nuestro modelo son, por parte del gasto de las entidades, inversión pública y transferencias estatales¹, por el lado de los ingresos se construyó la variable de ingresos disponibles para cada entidad. También se tomará en la variable del Producto Interno Bruto Estatal (PIBE). Las observaciones son mensuales, dentro de un período que empieza del año 2003 hasta el 2015, debido a la disponibilidad de datos, así como resultados preliminares de las fuentes gubernamentales.

El comparativo será entre dos entidades federativas que, por sus características sociales, económicas y políticas, no son divergentes entre sí, el Estado de México y San Luis Potosí. El primero de ellos, es el que tiene mayor peso en el PIB a nivel nacional, mientras que San Luis Potosí vive un proceso de industrialización mediante el establecimiento y la inversión extranjera directa, firmas dedicadas a la industria automotriz y aeroespacial. Ambas son dependientes de ingresos federales. Se analizarán cuatro variables: inversión pública, transferencias estatales, ingresos propios y el PIBE para cada entidad. La metodología para su construcción de cada una viene especificada en el capítulo tres. Al final del presente

¹ Construcción propia, véase en el capítulo tres.

trabajo se tendrá un apartado de conclusiones a lo referente a los resultados de los modelos, así como su relación con la teoría.

Por lo que en la presente tesis se analizará el federalismo fiscal bajo una perspectiva de elección pública. Analizando dos casos en particular: el Estado de México y San Luis Potosí, debido a que son dos Entidades Federativas que no presentan disparidades en el sentido de dependencia federal, ventajas en la posición geográfica, así como el comportamiento de las variables de política económica. Si las decisiones en el gasto cómo influye en variables de crecimiento y de sus propios ingresos. De esta manera, lo que buscamos es la comparación de dos Entidades parecidas y evaluar su desempeño económico para que, de esta manera, bajo el enfoque de restricciones de índole normativo, financiero, gasto focalizado a programas de subsidios condicionados y la dependencia/independencia de sus ingresos con la Federación, podamos detectar si merman la capacidad operativa en sus funciones o han generado que alteren su propio crecimiento y desarrollo. Particularmente nuestro propósito es ver las razones de cambio ante los incentivos fiscales que proporcionan los ramos generales que son de libre disposición para las Entidades Federativas para que de esta manera observar si la política fiscal y el federalismo coadyuva a una distribución del poder de manera vertical y determinar si el grado de centralización (o en su defecto descentralización) del gasto, ha sido en beneficio de una homogenización entre las entidades federativas, y en resolución entre las brechas existentes en materia social. Así como el grado de dependencia en términos de presupuesto del ente central al ente local. Para que finalmente, comprobemos si la toma de decisiones para lograr un crecimiento y desarrollo están en función de temas económicos o si depende más de los intereses políticos.

El enfoque de la tesis nace debido a que, por un lado, en la teoría la elección pública no hay estudios o es poco estudiado en la Facultad de Economía. Y también a la preocupación que tenemos de los rezagos vistos entre las entidades federativas, donde cuarenta años después no siga habiendo un consenso del cómo y quién debe de tomar las decisiones de tal forma que se cierren las brechas existentes entre desigualdad y el crecimiento entre las propias entidades federativas. Aspiramos, además, en profundizar teóricamente y así como nuevas herramientas de análisis, trabajo previo a la presente tesis².

² Véase en Crespo, F. y Ortíz, H. (2018) Un modelo longitudinal de elección pública y federalismo fiscal. Bucaramanga: XXVIII Simposio Internacional de Estadística.

CAPÍTULO I. FEDERALISMO FISCAL Y ELECCIÓN PÚBLICA.

I.I. Federalismo Fiscal en México

A través de la historia, México (en su nacimiento como nación independiente) se ha inmiscuido en República, a veces en Imperio, otra vez en dictadura, con deformaciones en el territorio geográfico, un vaivén en la silla presidencial (así como en la residencia), pero en fin, llegamos a principios del siglo veinte, donde se decidió a través de confrontaciones de distintos grupos sociales, diferentes visiones desde norte hasta el sur, desde la clase alta a la baja, intelectuales y pobres hasta alcanzar una Constitución Política satisfaciendo a su gran mayoría.

Por lo tanto, México se rige bajo un sistema de gobierno democrático-representativo que se apoya mediante la estructura constitucional, de los poderes del Estado y la Administración Público Federal, Estatal y Municipal. Dentro de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en el artículo 40 se estipula que *es la voluntad del pueblo mexicano en constituirse en una República representativa, democrática, laica, federal, compuesta de Estados libres y soberanos en todo lo concerniente a su régimen interior, y por la Ciudad de México, unidos en una federación establecida según los principios de esta ley fundamental; es decir, el federalismo es una forma de organizar dos o más órdenes de gobierno con independencia política recíproca. Por lo general, esta organización es dual: gobierno federal y gobiernos subnacionales*³ (Guillen López, Tonatiuh, 2001). Sin embargo, el enfoque del Federalismo no implica propiamente una libertad del ejercicio del poder por parte de los gobiernos subnacionales frente el gobierno central. Esto más bien evoca un mecanismo de relaciones intergubernamentales, en el que se dota una autonomía relativa entre Federación, Estados y Municipios.

De aquí, en un marco normativo y teórico dentro de la literatura de las finanzas públicas, tenemos implicado el problema del término de descentralización, el cual se entiende como un proceso *mediante el cual se transfiere poder de decisión y responsabilidad desde el nivel central a unidades descentralizadas que estén alejadas del centro* (Boisier, 1990 citado por Trujillo, 2008), podemos encontrar en tres ámbitos la descentralización (Cano, 2014):

- Descentralización territorial que es el reconocimiento de la autonomía dentro de un territorio nacional, de un área geográfica específica.
- Descentralización política-administrativa. Es la potestad que tienen las unidades descentralizadas para la formulación de política pública, prestación de servicios y su regulación. Así como la libertad de elección sus actores políticos y funciones de gobierno.
- Descentralización fiscal. La cual comprende libertad en materia de recaudación, presupuestación y en las decisiones de gasto público.

Este tipo de organización emana de una forma del cumplimiento de los objetivos en materia de política económica, la se debe de efectuar con ciertas funciones (Astudillo y F. Fonseca, 2017):

³ Para efectos de éste documento, el término subnacional se manejará al igual que gobierno local y entidades federativas.

- De estabilización, que implica un control de las variables macroeconómicas que están en su gran mayoría dentro de la potestad central;
- De distribución, a través del ingreso-gasto público que afecta en el ingreso de las familias, la cual puede variar dependiendo de las necesidades de la población, esta tarea igual que la anterior se deja en manos del ámbito nacional;
- De asignación, es la distribución de bienes públicos a la sociedad, por lo general, así como teóricamente, se deja en manos del ámbito local, ya que como se explicará más adelante por teoremas de grado de optimización, tiene implicaciones en temas de eficiencia y conocimiento de las necesidades primordiales de la sociedad.

Como se mencionó anteriormente la estructura orgánica-institucional deriva de la CPEUM, donde además de establecer las redes de relaciones intergubernamentales también se establecen las políticas públicas en materia de gasto, ingreso y responsabilidades de las entidades federativas. En materia tributaria, se establece que tanto el gobierno Federal, como los gobiernos Estatales y Municipales tienen potestades tributarias delimitadas. A continuación, se presentan las regulaciones constitucionales en el ámbito fiscal:

- Artículo 31-IV. *Contribuir para los gastos públicos, así de la Federación como de los Estados, de la Ciudad de México y del Municipio en que residan, de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes.* Es decir, este artículo menciona que es obligación de todos los mexicanos contribuir al gasto mediante el pago de impuestos.
- Artículo 73.
 - ✓ X. Menciona las fuentes exclusivas de la federación: *hidrocarburos, minería, sustancias químicas, explosivos, pirotecnia, industria cinematográfica, comercio, juegos con apuestas y sorteos, intermediación y servicios financieros, energía eléctrica y nuclear.*
 - ✓ XXIV, 5to. *Las participaciones de la Federación y de las entidades federativas en el rendimiento de contribuciones mediante el cobro de impuestos especiales a productos y servicios, tales sean:*
 - a) *Energía eléctrica;*
 - b) *Producción y consumo de tabacos labrados;*
 - c) *Gasolina y otros productos derivados del petróleo;*
 - d) *Cerillos y fósforos*
 - e) *Aguamiel y productos de su fermentación*
 - f) *Explotación forestal; y*
 - g) *Producción y consumo de cerveza.*
- Artículo 115. Este artículo hace mención a las distintas fuentes de ingresos que tienen los municipios:
 - a) Propiedad inmobiliaria.
- Artículo 131. *Es facultad exclusiva de la Federación el cobro de impuestos al comercio exterior.*

Por ello, dentro de un marco de Federalismo el sector público debe de cumplir ciertas “funciones”, dentro de ellas se debe de proveer a la sociedad de bienes públicos tomando en consideración los gustos y

preferencias de los mismos, sin embargo, no tiene la misma preferencia un individuo que vive en la Ciudad de Monterrey que un individuo que vive en el Municipio de Acapulco de Juárez o sin ir más lejos, no es lo mismo, la preferencia de un individuo que vive en la colonia Estrella de Culhuacán que un individuo que vive en la colonia Del Valle, tal vez en lo que respecta al paladar pero nuestro ejercicio se trata de bienes públicos.

Asimismo, la propia Constitución no especifica claramente, en detalle, las responsabilidades del gasto del Estado (Amieva-Huerta, 1996). En efecto, únicamente se detalla que el Estado es y será el eje rector de la conducción del desarrollo económico del país, dejando libremente a cavilaciones la palabra Estado. Aunque, se llevaron a cabo reformas Constitucionales donde se detalla con más precisión las labores del municipio, como la planeación de desarrollo urbano, permisos de construcción, y servicios públicos como el agua potable, recolección de basura y drenaje (Smith, 2017).

Antes de seguir hablando de cómo se debe de gastar, en la política fiscal, se debe de considerar en primera instancia a la recaudación. La CPEUM emana ciertas restricciones para que la hacienda local pueda cobrar libremente o formular su quehacer en materia fiscal. Ello obedece a las justificaciones de centralización en el propio ámbito local. Primero, se recomienda que los impuestos atribuidos a la parte federal o central deben ser aquellos *que gravan bases tributarias móviles, cuya administración implique economías de alcance y significativas economías de escala y los que persiguen fines redistributivos*. Mientras que al ámbito local *es apropiado asignarles potestades tributarias e impuestos que graven la riqueza no móvil* (Trujillo, 2008). En relación con lo ya mencionado, la federación grava por ejemplo el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto Sobre la Renta (ISR) y los Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS), los cuales tienen implicaciones de movilidad, así como afectaciones en el ingreso (tanto directo como indirecto). Además, la parte Federal o Central debe de afectar aquellos factores que impliquen una alta elasticidad-ingreso, definida como el *monto en que cambia la demanda de saldos de dinero real, en términos porcentuales, cuando el ingreso aumenta uno por cierto* (Dornbusch, 2014), asimismo, el ámbito local debe de gravar aquellos factores que tengan una menor elasticidad-ingreso (Trujillo, 2008).

Con ello no justificamos que la Centralización por parte de los ingresos tributarios sea una premisa absoluta, se justifica mediante la competencia. En el ámbito local, que en este caso sea a nivel Municipio o Estatal se le dan las potestades a cargo de la Federación, por la misma competencia, habrán incentivos en reducciones de las tasas impositivas o en un menor gravamen con el fin de atraer mayor inversión en capital, así como en el mediano plazo provocar movimientos migratorios, ocasionando una menor recaudación fiscal, provocando que en los ciclos recesivos económicos, en contraposición con un incremento en las necesidades de la población, un menor margen de maniobra deteriorando las finanzas públicas locales. El ámbito central dentro del ciclo económico tendrá el mismo problema de una reducción de la recaudación, pero se piensa que tendrá un mayor control y mejor margen de maniobra.

En este contexto para poder contrarrestar que el ámbito central recaude potestades móviles (de alto gravamen en su recaudación), se ministra al ámbito descentralizado a través de compensaciones y/o transferencias.

Para explicar mejor el marco de transferencias de la unidad Federal a las Entidades Federativas es necesario mencionar que el mecanismo de coordinación fiscal intergubernamental específico en México es

el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF), el cual ha tenido como objetivo promover el desarrollo de las regiones del país y factor de estabilidad de las finanzas públicas.

Citando a Nicolás Mandujano (2010), Los primeros pasos para lograr la unificación fiscal se expresó en las convenciones nacionales fiscales de 1925, 1933 y 1947, en ellas surgieron acuerdos para promover la coordinación y participación en impuestos especiales. Fue hasta inicio de los años sesentas cuando casi la totalidad de las entidades federativas se coordinaron con la federación en este tipo de impuestos. Asimismo, derivado de los acuerdos de la tercera Convención Nacional de 1947, se promulgó en 1954 la primera Ley de Coordinación Fiscal (LCF), precedente del SNCF. Derivado de las consecutivas reuniones de tesoreros de los gobiernos estatales se concretó la propuesta de unificar el sistema fiscal entre la federación y los estados, promulgándose en una nueva Ley de Coordinación Fiscal en 1980, la cual, regulaba las transferencias intergubernamentales de los ingresos que recauda la federación y transfiere a los estados y municipios en calidad de participaciones en ingresos federales, incentivos económicos, así como subsidios y aportaciones a fondos de coordinación fiscal.

Bajo este enfoque se puede establecer que el objetivo de la LCF, es el establecimiento sistemático y funcional fiscal de la Federación con las entidades federativas, así como los municipios y demarcaciones territoriales, para establecer la participación que corresponda a sus haciendas públicas en los ingresos federales; (...); constituir los organismos en materia de coordinación fiscal y dar las bases de su organización y funcionamiento (...). Dichas entidades participarán en el total de los impuestos federales y en los otros ingresos que señale esta ley mediante la distribución de los fondos que en la misma se establecen.⁴

Por ello, la LCF es el mecanismo donde se determinan las reglas de colaboración coordinativa/administrativa entre la Federación y los Estados con el fin de limitar sus potestades tributarias a favor de la federación a cambio de obtener una participación en los ingresos totales fiscales Federales. Y que con esta misma normatividad se determina cómo se van a distribuir los recursos mediante una serie de fórmulas de asignación donde se toma como variables el Producto Interno Bruto (PIB), Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (PIBE), Población, esfuerzo fiscal, entre otras variables⁵.

Estos recursos transferidos a las Entidades Federativas son el Ramo General 28 y 33:

Ramo General 28. Son las transferencias (participaciones) que reciben las Entidades Federativas de libre disposición. Los fondos que comprenden las participaciones son:

- Fondo General de Participaciones (FGP);
- Fondo del Fomento Municipal (FFM);
- Fondo de Fiscalización y Recaudación (FFR);
- Fondo de Compensación;
- Fondo de Extracción de Hidrocarburos;
- Participaciones Específicas en el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios;
- Participaciones por el 0.136% de la Recaudación Federal Participable (RFP); Participaciones por el 3.17% del derecho adicional sobre la extracción del petróleo;

⁴ Artículo 1ro de la Ley de Coordinación Fiscal.

⁵ Para mayor información véase LCF 2018.

- Incentivos a la venta final de gasolinas y diésel; Participaciones por el 100% de la Recaudación del ISR que se entere a la Federación, por el salario del personal de las entidades;
- Fondo de Compensación del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN);
- Incentivos por el ISAN;
- Fondos de Compensación del Régimen de Pequeños Contribuyentes (REPECOS) y del Régimen Intermedios.

Ramo General 33. Los cuales son ingresos (aportaciones) que reciben las Entidades Federativas pero que están condicionadas, es decir, normativamente son recursos destinados a financiar programas muy bien delimitados. Para el 2017 los fondos que comprenden las Aportaciones son los siguientes:

- Fondo de Aportaciones para la Nómina Educativa y Gasto Operativo (FONE);
- Fondo de Aportaciones para los Servicios de Salud (FASSA);
- Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS);
- Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUN);
- Fondo de Aportaciones Múltiples (FAM);
- Fondo de Aportaciones para la Educación Tecnológica y de Adultos (FAETA);
- Fondo de Aportaciones para la Seguridad Pública (FASP); y
- Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas (FAFEF).

Siguiendo esta línea de las Participaciones y Aportaciones, *el que los gobiernos subnacionales puedan decidir e implementar sus propias políticas públicas o solamente sean los encargados de implementar aquéllas que se deciden en el nivel nacional, afecta en el desempeño presupuestal del gobierno nacional* (Cano, 2014). Así, por medio de la coordinación fiscal, el nivel del presupuesto destinado a entidades federativas, año tras año fiscal se ve incrementado. Además, las transferencias gubernamentales sirven para compensar la inhibición los impuestos ya mencionados ya que el nivel de ingresos de la recaudación quitando las restricciones ya mencionadas, debilita la hacienda pública del ámbito local por lo que se requiere un financiamiento del ámbito Federal, y como veremos con datos empíricos una dependencia de los recursos federales, así también debe de tratar dos problemas fundamentales que se desprenden del mismo; un problema vertical, en el que *los recursos asignados a cada nivel jurisdiccional no alcanzan a cubrir las responsabilidades de gasto, o los sobrepasan considerablemente* así como un desequilibrio horizontal, en el que *no todos los niveles subnacionales son iguales y presentan necesidades y capacidades distintas, por lo que no pueden proveer a sus habitantes la misma cantidad y calidad de servicios sobre la base de niveles impositivos compatible entre las diferentes jurisdicciones* (Trujillo, 2008)

De este modo, como ya se mencionó dentro de la normativa en la Coordinación Fiscal entre Federalismo y las Entidades Federativas, las transferencias intergubernamentales tienen como objetivo una eficiencia en la búsqueda de una mejor repartición y provisión de bienes públicos. Por su parte, las fórmulas de distribución, tienen como objetivo, impulsar la recaudación fiscal, con la finalidad de que las Entidades Federativas no mengüen en su esfuerzo fiscal. Dentro de la literatura, dichas transferencias se reconocen de dos tipos (Oates, 1977, 93ss; Piffano, 1981, 11 citado por Paola Trujillo, 2008):

- Aportes No Condicionados (*block grants*): Son recursos de libre disposición que perciben las Entidades Federativas, o unidades descentralizadas, *cuya justificación reside en cuestiones de equidad*. Es decir, es una forma de homogenizar las brechas existentes entre los entes o Entidades de mayores recursos o aquéllas que presenten mayores carencias en relación a sus Estados homólogos. Con el propósito de redistribuir el ingreso entre las regiones de un país. En México, el ramo general 28 (Participaciones Federales) tiene como tarea cumplir con esta condición.
- Aporte Condicionados (*categorical grants*): *Son transferencias específicas que el gobierno central debe asignar para el financiamiento de programas que involucran beneficios a otras jurisdicciones*. El propósito de estos aportes es generar las externalidades positivas, es un subsidio signado directamente por la Federación, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en el caso de México, así como en apego a la ley. Es decir, *se busca incrementar la disponibilidad de una categoría concreta de un bien público, los aportes condicionados son más idóneos que los aportes generales o no específicos*. Dentro de la normativa, lo podemos encontrar principalmente en el ramo general 33 (Aportaciones Federales).

Asimismo, dentro de la categoría que Trujillo nos enmarca, existen los *aportes de contrapartida (matching grants)* que son recursos directamente enfocados a cierta área de oportunidad, debido a la escasez de recursos y donde a juez del responsable de la repartición de los recursos (que para el caso de México es la SHCP), se maximice y explote su rendimiento. Como se vio, este tipo de categorías viene inmiscuido en los fondos de aportaciones. Más adelante se seguirá esta tendencia en relación a la elección pública, ya que las transferencias, por un lado, evitan la “pereza fiscal” de las Entidades Federativas, debido a su repartición es a través de fórmulas que apremian el esfuerzo fiscal, entre otras variables que tendrán un efecto multiplicador en el desempeño del gasto público, que a la postre del presente trabajo, servirá como tesis y modelo.

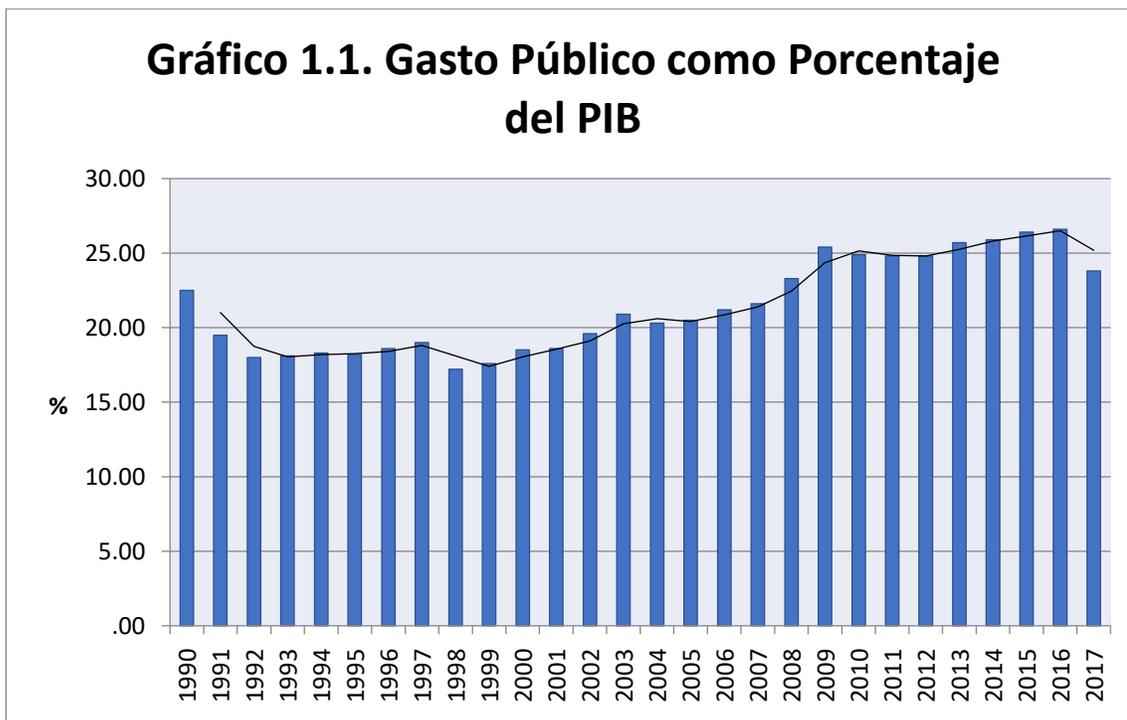
I.I.II. Presupuesto Público y Finanzas Públicas

La teoría económica clásica elude a que el mercado funciona mejor sin intervención del Estado y que el interés de los individuos a satisfacer sus propias necesidades conlleva a una contribución del bienestar general de la sociedad. Sin embargo, el problema de la Eficiencia de Pareto se ha mantenido y esto es de especial atención ya que estamos hablando de valoraciones subjetivas de los bienes y servicios.

En específico, para nuestro caso mexicano, tras la implementación del neoliberalismo en el siglo XIX con la entrada de Miguel de la Madrid a la presidencia de la nación empezaron aplicarse las concepciones que sostienen esta corriente del pensamiento económico, la cual, se caracteriza por que el Estado tiene una participación mínima en la economía, es decir, se deja al libre mercado que encuentre sus propios puntos de equilibrio para que de esta manera, se pueda alcanzar un bienestar tanto de los consumidores como de los productores en el sentido de Pareto. Inconvenientemente para esta teoría, los mercados generan resultados ineficientes en el sentido de Pareto, por eso el Estado debe intervenir, para proteger a los ciudadanos y la propiedad privada, velar por el cumplimiento de los contratos y definir otras actividades que sientan las bases en las que se apoyan todas las economías de mercado y el Estado de Derecho.

Empíricamente a este argumento, se le atribuyó la primera crisis financiera en el país, el creciente gasto público y el déficit público como los principales detonadores de la crisis, de modo que se tradujo en normar el comportamiento de la Administración Pública (ASF, 2017). Ello mediante la creación de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH), que tiene como finalidad reglamentar en materia de programación, presupuestación, aprobación, ejercicio, control y evaluación de los ingresos y egresos público federales, donde se obliga a diversos órganos públicos la rendición de cuentas y sobretodo el equilibrio presupuestal. Para el caso de las Entidades Federativas, objeto de nuestro estudio, para el 2016 se normaron reglas de disciplina financiera, que se trasladó en la creación de la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios (LDFEFM), que más adelante se analizará dicho tema. Asimismo, como se verán teóricamente los diferentes tipos de presupuestos, el Balance Presupuestal ha sido un objetivo perseguido por el Ejecutivo, que a nuestro parecer ha sido de un modo pro-cíclico. Emilio Caballero, 2012 menciona que la evolución del déficit económico y del gasto público en México muestra claramente la política de equilibrio presupuestal del Gobierno Federal.

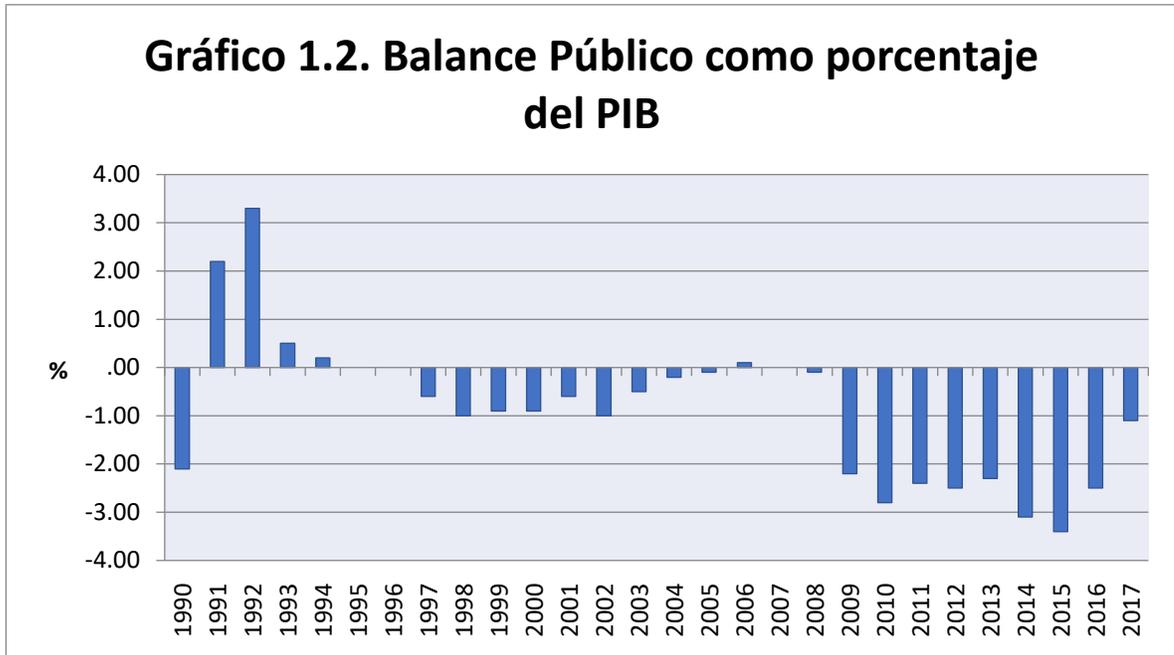
Para ilustrar de mejor manera esta circunstancia, se presenta el gráfico 1, donde podemos observar que la participación del gasto neto del sector público en el país ha sido constante y fluctuante entre 18 y 25 puntos del PIB, acorde con un crecimiento del producto constante, raquítico para algunos críticos, sin tener saltos abruptos:



Fuente: Datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Elaboración propia.

Sin embargo, a raíz de la crisis internacional, el déficit público se ha venido incrementando en términos del PIB. En la administración de Enrique Peña Nieto, incrementó el déficit en el balance presupuestal, sin que este tenga incrementos sustantivos en el gasto público, y a la vez un incremento en

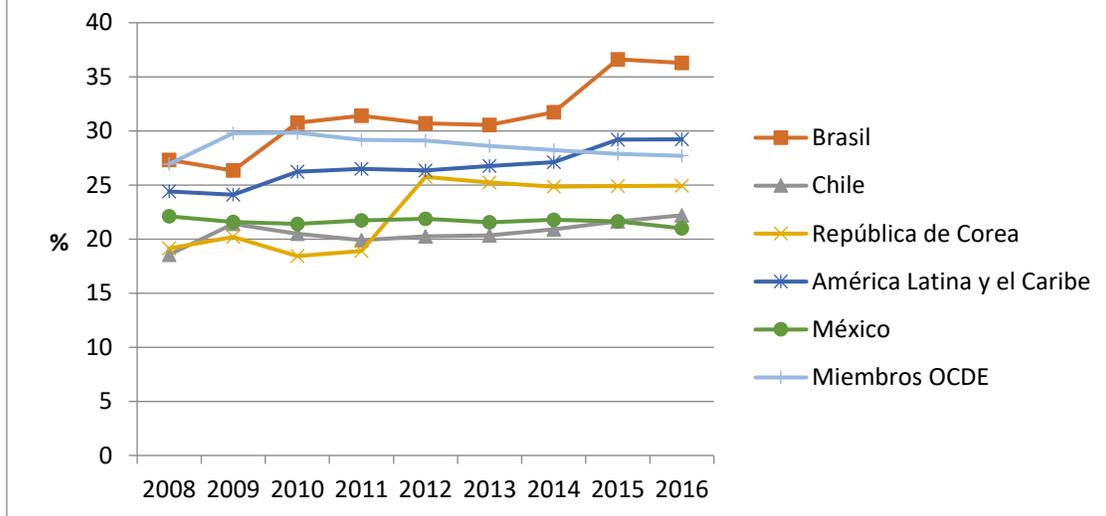
la actividad económica, empero, no es tema de la presente tesis el argumentar por qué se da dicho comportamiento, sino es un preámbulo, ya que en el federalismo fiscal dichos comportamientos tienen repercusiones en las finanzas públicas. El comportamiento del balance presupuestal se observa en la siguiente gráfica:



Fuente: Datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Elaboración propia.

Para poder ejemplificar de mejor manera el desempeño de México en materia del gasto público, se presenta el siguiente análisis comparativo con economías en vías de desarrollo que forman parte de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). El gráfico 3 muestra que el gasto público en proporción al PIB ha sido prácticamente constante durante ocho años, oscilando entre el 21 y el 23%. Como se puede observar, el comportamiento del gasto ha sido similar al gasto que reportan los demás miembros de la OCDE. Sin embargo, cabe destacar que países que poseen una economía similar a la mexicana, la participación estatal ha tenido incrementos en la participación del PIB, como el caso de Brasil o la República de Corea.

Gráfico 1.3. Gasto Público como porcentaje del PIB



Fuente: Datos del Banco Mundial. Elaboración propia.

Asociando con lo que se mencionó en un principio del apartado, la intención del Neoliberalismo era reducir la participación del Estado en la actividad económica. Sin embargo, por diversas coyunturas económicas y sociales que se han presentado desde la implementación de este sistema económico y político se ha visto a la necesidad de retomar concepciones anteriores del pensamiento económico, es decir, ha habido un resurgimiento, muy moderado, de la economía del *Bienestar*.

La economía del Bienestar establece seis condiciones en las que los mercados no son eficientes en el sentido de Pareto. Se denominan fallos de mercado y constituyen un argumento a favor de la intervención del Estado (Stiglitz, 2010).

Las fallas en el mercado son las siguientes:

I. Fallo en la competencia. Para que los mercados sean eficientes en el sentido de Pareto, tiene que haber competencia perfecta, es decir, ha de existir un número suficientemente grande de empresas que crean cada una de ellas que no pueden influir en los precios.

II. Bienes públicos. El hecho de que los mercados privados no suministren bienes públicos o suministren demasiado pocos justifica muchas de las actividades del Estado.

III. Externalidades. Existen muchos casos en los que los actos de una persona o de una empresa afecta otras personas o a otras empresas, en los que una empresa impone un coste a otras, pero no las compensa, o en los que una empresa genera un beneficio a otras, pero no recibe ninguna retribución a cambio.

Siempre que hay actividades que generan externalidades de ese tipo, la asignación de los recursos que realiza el mercado puede no ser eficiente. Como no recae sobre los individuos la totalidad de

coste de las externalidades negativas que generan, las realizan en exceso; por el contrario, como los individuos no reciben todos los beneficios de las actividades que generan externalidades positivas, realizan demasiado pocas.

IV. Mercado incompleto. Siempre que los mercados privados no suministran un bien o un servicio, aun cuando el costo de suministrarlo sea inferior a lo que los consumidores están dispuestos a pagar, existe un fallo en el mercado.

Las ausencias de determinados mercados complementarios pueden provocar la desaparición de los mercados de contrapartes. Aunque las propias empresas podrían conseguir fácilmente la coordinación precisa sin necesidad de que interviniera el Estado, existen muchos casos en los que es necesaria una coordinación a gran escala, especialmente en los países menos desarrollados, para lo cual quizá sea precisa una cierta planificación estatal.

V. Fallos de mercado. Algunas actividades del Estado se justifican porque los consumidores tienen una información incompleta y por la convicción de que el mercado suministra por sí solo el exceso o la falta de. La intervención del Estado para remediar estos fallos va más allá de sencillas medidas de protección del consumidor y del inversor. La información es, en muchos aspectos, un bien público, ya que suministrar información a una persona más no supone reducir la cantidad que tienen otras. La eficiencia requiere que se difunda gratuitamente o, con más precisión, que sólo se cobre el costo real de transmitirla.

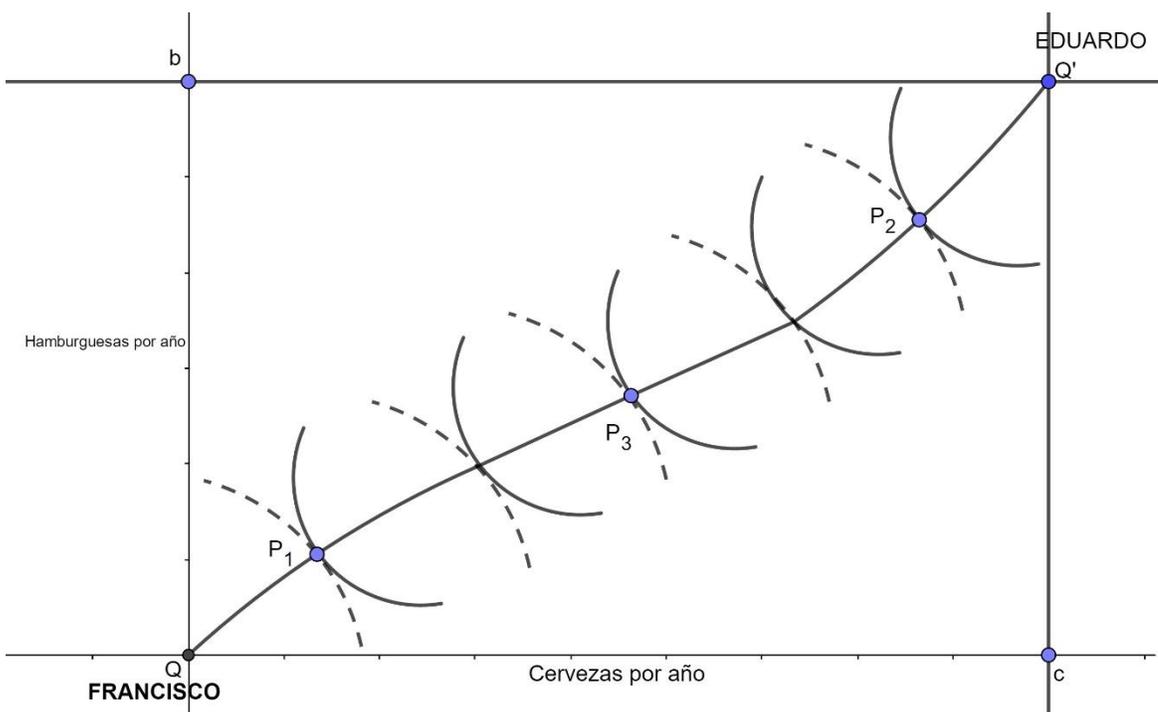
VI. El paro, la inflación y el desequilibrio. El paro, tanto de trabajadores como de máquinas, ha sido el síntoma más admitido que ha acosado periódicamente a las economías capitalistas en los últimos doscientos años. Para algunos economistas, el paro y la inflación constituyen la prueba más espectacular y más convincente de que algo no funciona bien en el mercado.

Dado lo anterior para alcanzar una situación óptima en la sociedad, se retoma a la *Escuela Marginalista* donde se encontrará con el punto de equilibrio parcial de un mercado cuando los individuos satisfacen sus necesidades en el sentido de Pareto. Haveman, 1970 señala que el tamaño óptimo del sector público elude a una asignación óptima de los recursos, donde esta asignación debe de mantener el principio de máximo beneficio social y esto se consigue con la igualdad entre el Valor Social Marginal y el Costo Social Marginal.

Para ilustrar mejor lo anterior, en el Gráfico 1.1 supongamos que tenemos dos bienes; cervezas y hamburguesas, así como dos individuos; Francisco y Eduardo. Ambos tienen cierta preferencia de consumo (suponiendo bienes escasos o una producción limitada) mostrando una curva de indiferencia, que indica como un individuo intercambia un bien por otro sin alterar su utilidad (Relación Marginal de Sustitución) [Rosen, 2008]. El intercambio, dado el supuesto que no tenemos fallos en el mercado, eficiente en sentido de Pareto, se da en la intersección de las curvas de indiferencia de ambos. La unión de los puntos en distintos niveles de consumo es la Curva de Contrato (lugar geométrico donde todos los puntos son eficientes en Sentido de Pareto), puntos QQ'. Aquí entra el primer teorema fundamental de la economía del bienestar, que menciona que habrá eficiencia en la asignación de recursos en sentido de Pareto, así como en la cantidad de producción. Sin embargo, en la vida diaria no parece que haya eficiencia, dado que regularmente tenemos fallas en el mercado, ocasionadas principalmente por información asimétrica. Por ejemplo, las asignaciones P₁ y P₂ son eficientes en sentido paretiano, sin embargo, no deseables en una

sociedad compuesta por dos individuos. En el primer punto, Eduardo obtiene más bienes que Francisco, en el segundo punto ocurre lo contrario, Francisco tiene más bienes que Eduardo. Aquí llegamos a una de las justificaciones para la intervención del Estado. El P_3 parece tener una “mejor” distribución en sentido paretiano, pero ello depende a cuestiones superfluas, de valor o incluso demagogas de lo que es mejor. Aquí la cuestión clave es que el criterio de eficiencia de Pareto no es por sí mismo suficiente para ordenar las asignaciones alternativas de recursos (Rosen, 2008). En efecto, el Estado se toma como aquel agente que toma las preferencias de todos los individuos, y entra en el juego de quito-doy, para lograr una mejor distribución de la renta, así como la provisión de bienes públicos y/o transferencias a la población para que la dotación inicial rote como a un punto tres en una economía.

GRÁFICO 1.4.



Elaboración propia.

Por lo que tras la extensión, complejidad, diversificación y dificultades de una economía tanto a nivel nacional como internacional hizo que fuera necesario un proceso en el que el sector público, es decir, la economía pública tuviera una participación cada vez mayor en la actividad económica en donde el Estado no sólo participaba como un agente que imponía la normatividad de la vida social-económica sino como un sector que pudiera enfrentar las necesidades crecientes de una sociedad cada vez más demandante en el que además fungiera como un ente capaz de disminuir la brecha en el ingreso y de la desigualdad mediante la provisión de bienes y servicios públicos.

Por lo que este sector comprende una parte importante de los recursos económicos de una sociedad y define los destinos de estos bajo un marco legal y constitucional a través de diferentes secretarías o ministerios, agencias del gobierno, corporaciones y empresas públicas. Al conjunto de estas se le llama estructura orgánica del sector público. Además, es también la autoridad formal encargada de la toma de

decisiones, y como estas trascienden a privados y públicos, le otorga un gran poder e influencia (Ayala, 2001).

Tras toda esta concentración de análisis y bajo una perspectiva económica, podríamos definir al Estado como una organización e institución que conjunta una serie de entes públicos dotados de poder económico y político que han sido creados con la finalidad de regular y normar la vida de los individuos, familias, empresas nacionales o extranjeras que residen dentro de las fronteras del territorio nacional. Es decir, define lo permitido y lo que está prohibido generando los incentivos o desincentivos para que los individuos y empresas se involucren en el intercambio económico (Ayala 2001; M. Astudillo y F. Fonseca, 2017; Auditoría Superior de la Federación, 2017). Mientras que el Gobierno es tan sólo una parte del Estado que comprende de tres órdenes de gobierno, el Ejecutivo (presidente), Legislativo (Cámara de Diputados y Senadores) y el Poder Judicial (conformado por los ministros de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, Magistrados y Jueces). Tales poderes conforman el Gobierno Central, por otra parte, los diferentes Estados y Municipios suelen ser responsables de la educación, asistencia social, de los servicios de policía, de bomberos y de la provisión de otros servicios locales como bibliotecas, alcantarillado y recolección de basura. De modo que, en México nos encontramos con dos niveles de gobierno, el Federal y Local. En tanto al sentido económico, el Estado a través del gobierno implementa políticas económicas como lo son la política fiscal y/o monetaria, así como otras herramientas que influyen en la actividad económica como las políticas de regulación económica, de desigualdad o de pobreza. Por otro lado, la Administración Pública es el conjunto de organizaciones que operan la matriz institucional de gobierno en el ámbito de ejercicio directo del actuar del gobierno y la operación de sus políticas (Ayala, 2001)

Para que lleve a cabo sus actividades el sector público se financia, en su gran mayoría por los distintos tipos de impuestos. Mediante ellos obliga a los ciudadanos a entregarle sumas que de otro modo utilizarían en beneficio propio. Al pagar impuestos, las personas ceden parte de su poder adquisitivo, de su control sobre los recursos y de los medios que poseen para incrementar satisfacción mediante transacciones de mercado. Los gobiernos utilizan estos recursos para comprar cosas que tienen valor para los miembros de la sociedad. Haveman, 1970, menciona que existen dos tipos de gastos que realiza el Estado, el gasto en transferencias (ya sea al sector privado o a programas gubernamentales). Y el gasto exhaustivo que es la compra de bienes y servicios al sector privado para que después sea ofrecido como bienes y servicios públicos. En contrapartida, la decisión de gasto del gobierno se evalúa mediante el principio del máximo beneficio social, que es donde el sector público al emprender cualquier actividad, debe de elegir la alternativa en que los beneficios sociales excedan los costos en el monto máximo, y abstenerse de cualquier actividad cuyos costos no sean superados por los beneficios. Cabe destacar que este beneficio social debe de ser una actividad de interés público. Es decir,

*(...) La decisión de efectuar un gasto por parte del Estado favorece el interés público sólo si los impuestos necesarios para financiarlos son una carga menor que el valor social del producto generado por el gasto (...).*⁶

A fin de ver al Estado como un agente más de la economía, esta emplea recursos (trabajo, capital, tierra y materias primas) y cubre un monto de gasto público asentado en las cuentas nacionales. Por lo que las finanzas públicas pueden entenderse como el conjunto de actividades, principios y técnicas que utiliza

⁶ Haveman, 1970.

el Estado para allegarse de recursos y distribuirlos con el fin de satisfacer necesidades sociales y procurar el bien público (M. Astudillo y F. Fonseca, 2017).

Las finanzas públicas implican una serie de estudios multidisciplinarios entre las ciencias sociales ya que abarcan distintos puntos de vista que van desde la política, administración pública, económico y de derecho; en suma se encuentra en un constante dinamismo ya que el manejo de las finanzas públicas dependerá muchas veces del ciclo político, en otras palabras, cuando se acerquen épocas electorales, las cuales se caracterizan por un aumento en el gasto que tienen como finalidad atraer electorado a cierto candidato nominado a ejercer el poder en cualquier puesto político que se encuentre en disputa. Además de que la forma en que el Estado debe adquirir recursos, la manera de distribuirlos, el manejo de la deuda pública es objeto de debates cotidianos.

Consecuentemente la conducción de las finanzas públicas dependerá en gran parte de la ideología que profesan quienes están ejerciendo el poder. Es decir, que el Estado desempeñará un papel en la economía con fundamento en la CPEUM en el artículo 25, el cual estipula:

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

El Estado tiene la rectoría del desarrollo nacional que debe de estar caracterizado por ser integral y sustentable; debe fortalecer la soberanía nacional y el régimen democrático y mediante la competitividad habrá de fomentar el crecimiento económico, el empleo y una distribución más justa del ingreso y la riqueza; debe también permitir el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege la Constitución. Esta idea contradice a la teoría neoclásica.

En síntesis, el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general. De igual manera el Estado, por mandato constitucional, contempla la posibilidad de que concurra en el desarrollo nacional con responsabilidad social tanto en el sector público, social y privado.

Sin embargo, con el propósito de tener una propuesta de las tareas del Estado, tal y como se mencionó en el párrafo anterior, hubo todo un proceso en las conjeturas de las discusiones políticas, económicas y sociales que datan desde 1928 año en el que se creó el Consejo Nacional Económico, instituto dedicado a la elaboración de estudios de carácter administrativo y legislativo vinculados con la actividad económica y social de los Poderes Ejecutivo y Legislativo tanto en el ámbito Federal como en el Local. Para 1930 se promulga la Ley sobre Planificación General de la República que fungió como el primer instrumento logístico/normativo orientado a organizar y conducir las actividades de las dependencias gubernamentales decretando en ese mismo año el Consejo Nacional de Planeación. El primer presidente de México en contar con un plan sexenal fue Lázaro Cárdenas para el periodo 1934-1940 en donde principalmente se tomaron

medidas para salir de la crisis económica de 1929. Para 1942 se crearon dos órganos: la Comisión Federal de Planeación Económica que dedicaba a mejorar la información estadística que era utilizada para la elaboración de los planes de desarrollo y el Consejo Mixto de Economía Regional, el cual realizaba estudios a escala estatal para obtener un panorama integral de la economía del país. Fue hasta enero de 1983 que se publica y decreta la *Ley de Planeación* (LP).

El término *planeación* implica que el gobierno organice sus procedimientos para la toma de decisiones de tal manera que tome en cuenta los efectos económicos de cada uno de sus actos, y que el programa total de acciones que lleva a cabo adquiera una coherencia enfocada en el logro de un desarrollo económico en armonía con otras metas nacionales. (M. Astudillo y F. Fonseca, 2017)

La *Ley de Planeación* en su artículo 3ro establece que la Planeación Nacional de Desarrollo:

Como la ordenación racional y sistemática de acciones que, en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales así como de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia Constitución y la ley establecen. (...)

Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) considerará la continuidad y adaptaciones necesarias de la política nacional para el desarrollo industrial, con vertientes sectoriales y regionales. Por esa razón la planeación, siendo parte del proceso presupuestal, evoca al uso racional de los recursos disponibles, así como en los medios disponibles, con el fin de proyectar tendencias. Según Flores Ivette y Flores Ruth (2008), mencionan que la planificación contiene seis principios;

- Racionalidad; determinación en la selección de programas de forma inteligente y óptima.
- Previsión; conducir los programas a un futuro próspero.
- Universalidad; abarcar etapas o fases del proceso económico.
- Unidad; los planes y/o programas deben de tener una congruencia entre sí para llegar a un mismo fin, sin duplicidad de dichos programas.
- Continuidad; la programación de los planes no tiene en sí un fin de tiempo, continuamente debe de evolucionar conforme a las distintas necesidades, pero el recurso no tendrá a desaparecer.
- Inherencia; planificar la forma en que la Administración Pública alcanza sus objetivos.

Las fases del proceso de Planeación están estipuladas en la LP. Dicho proceso se compone de cuatro etapas;

- I. *Formulación. Es la etapa donde se realiza la elaboración del plan donde se contempla el planteamiento de diversos grupos sociales a los que será dirigido el plan.*

- II. *Instrumentación. Corresponde a la elaboración de programas operativos anuales, los cuales encuentran un respaldo en el Presupuesto de Egresos de la Federación. Tales programas cuentan con una serie de metas específicas que deberán de cumplirse anualmente, o en algunos casos extraordinarios, en el largo plazo. También se definen los recursos que se asignarán a la realización de cada una de las acciones previstas.*
- III. *Control. En esta etapa se contemplan acciones con la finalidad de detectar y corregir problemas, de manera oportuna, las desviaciones e insuficiencias en la instrumentación y ejecución de las acciones. En otras palabras, esta es la etapa en la que se encarga de verificar si se cumple o no se cumple los programas.*
- IV. *Evaluación. En esta etapa se comparan los resultados previstos con los logrados con la finalidad de retroalimentar y tomar decisiones en el futuro.*

Retomando el artículo 25 constitucional, este menciona que el Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo. El Plan Nacional de Desarrollo y los planes estatales y municipales deberán observar dicho principio. Por esta razón, la planeación debe de ser democrática y deliberativa en donde se tomen en cuenta las aspiraciones y demandas de la sociedad. Dichas demandas serán atendidas mediante la realización de programas presupuestales.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) define un Programa Presupuestario (Pp) como una herramienta que conjunta e integra actividades, servicios, procesos y/o proyectos que tienen un mismo propósito, así como los indicadores, los medios de verificación y supuestos para cada uno de los objetivos.

La CPEUM en el artículo 26 fracción A., faculta al poder Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. En el 2014 se reformó este artículo anexando que en el proceso de planeación habrá de intervenir el Congreso de la Unión de conformidad con lo que establezca la ley.

En tanto al Artículo 74 constitucional establece las facultades exclusivas de la Cámara de Diputados. De la fracción VII elude que la Cámara de Diputados tiene la facultad exclusiva de aprobar el Plan Nacional de Desarrollo. Otro fundamento legal importante para la Planeación es el artículo segundo constitucional en el apartado B fracción IX la cual menciona que (...)

Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes de las entidades federativas, de los Municipios y, cuando proceda, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.

Así como en el artículo 73 fracciones XXIX-D en el que el congreso de la Unión es el facultado para expedir leyes sobre planeación nacional del desarrollo económico y social, así como en materia de información estadística y geográfica de interés nacional.

Nos encontramos entonces con una alineación normativa entre los artículos anteriormente mencionados constitucionales y la *Ley de Planeación*. El artículo quinto de esta ley determina que el

Ejecutivo Federal elaborará el Plan Nacional de Desarrollo y lo remitirá a la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión para su aprobación, en los plazos previstos en esta Ley. En el ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales y en las diversas ocasiones previstas por esta Ley, la Cámara de Diputados formulará, asimismo, las observaciones que estime pertinentes durante la ejecución y revisión del propio Plan.

Para poder llevar a cabo sus actividades el Estado Mexicano se apoya de dos herramientas: el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y la Ley de Ingresos de la Federación (LIF). El PEF es un documento donde se determina cuánto, cómo y en qué se gastarán los recursos públicos de la Federación. Mientras que la LIF establece el cálculo de todos los recursos que deberán recaudarse durante el año por concepto de impuestos, derechos, productos, aprovechamientos, emisión de bonos, préstamos (deuda), entre otros. Ambos documentos se elaboran en base a los techos presupuestales de las entidades autónomas, organismos descentralizados, empresas de participación estatal, organismos administrativos desconcentrados y poderes legislativo y judicial, así como por medio de la realización de los anteproyectos que elaboren las dependencias y entidades para cada ejercicio fiscal. Aunado a ello, cada año el Poder Ejecutivo deberá de presentar un documento en donde se detallan las estimaciones de los ingresos, los gastos y la deuda y las políticas económicas a seguir para un determinado año. Dicho paquete se compone de la LIF, PEF y los Criterios Generales de Política Económica (CGPE) el cual es un documento en el que se toman en cuenta variables y estimaciones nacionales e internacionales de la actividad económica, así como del precio de la mezcla mexicana y el nivel de recaudación fiscal.

En marzo de cada año, el Ejecutivo debe de remitir a la Comisión Permanente del Congreso de la Unión el informe de las acciones y los resultados de la ejecución del plan y los programas. Igualmente, el presidente de la República deberá de enviar a la Cámara de Diputados las iniciativas de LIF y PEF en donde además se informe de la relación con los programas anuales de las entidades para la ejecución del PND.

En cuanto al marco jurídico, el artículo 74 constitucional fracción IV establece:

Es facultad exclusiva del Congreso de la Unión (...) aprobar anualmente el Presupuesto de Egresos de la Federación, previo examen, discusión y, en su caso, modificación del Proyecto enviado por el Ejecutivo Federal, una vez aprobadas las contribuciones que, a su juicio, deben decretarse para cubrirlo. Asimismo, podrá autorizar en dicho Presupuesto las erogaciones plurianuales para aquellos proyectos de inversión en infraestructura que se determinen conforme a lo dispuesto en la ley reglamentaria; las erogaciones correspondientes deberán incluirse en los subsecuentes Presupuestos de Egresos (...)

El Ejecutivo Federal hará llegar a la Cámara la Iniciativa de Ley de Ingresos y el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación a más tardar el día 8 del mes de septiembre, debiendo comparecer el secretario de despacho correspondiente a dar cuenta de los mismos. La Cámara de Diputados deberá aprobar el Presupuesto de Egresos de la Federación a más tardar el día 15 del mes de noviembre.

Cuando inicie su encargo en la fecha prevista por el artículo 83, el Ejecutivo Federal hará llegar a la Cámara la iniciativa de Ley de Ingresos y el proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación a más tardar el día 15 del mes de noviembre.

Para los ingresos de financiamiento la ley de Ingresos se registra el saldo y su composición de la deuda pública y el monto de los pasivos. También deberá de anexar el saldo y composición de la deuda del Gobierno Federal y el impacto sobre la misma del techo de endeudamiento solicitando, diferenciado el interno y el externo. Así como la justificación del programa de financiamiento al sector privado y social, las actividades de fomento y los gastos de operación de la banca de desarrollo, así como los fondos de fomento y fideicomiso públicos.

Por otro lado, el artículo 41 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) elude a la composición del Presupuesto de Egresos de la Federación. El PEF contendrá la exposición de motivos en la que señale la política de gasto del Ejecutivo Federal, las políticas de gasto en los Poderes Legislativo y Judicial y en los entes públicos, los montos de egresos de los últimos cinco ejercicios fiscales anteriores, la estimación de los egresos para el año que se presupuesta y las metas objetivo de los siguientes cinco ejercicios fiscales y las provisiones de gasto.

A través de las diferentes doctrinas económicas han definido el camino de los distintos tipos de presupuestos, *la formulación del presupuesto es el acto de medir los costos de los medios para ejecutar una acción planificada*⁷, en el presupuesto se observa la política económica que toma un país en referente a sus necesidades y logros alcanzados en ejercicios fiscales pasados. De este modo, se tienen diferentes formas de armar un presupuesto. Nos basaremos en un estudio de la Auditoría Superior de la Federación⁸ (ASF), en el cual realizan un catálogo de los distintos tipos, así como sus ventajas y desventajas del mismo.

- Presupuesto tradicional: su singularidad recae en los techos presupuestales, ya que las dependencias y organismos públicos no pueden rebasar dicho techo, asimismo, no hay certeza en la eficiencia y efectividad en los programas presupuestarios.
- Presupuesto rígido: *se define un monto nivel de servicios y con base a este objetivo se estima el presupuesto.*
- Presupuesto flexible: dicho tipo de presupuesto es variable en el sentido del comportamiento de la actividad de la organización, se basa en los costos (fijos y variables), donde los segundos son los susceptibles a cambios sin tener reservas a sus modificaciones.
- Presupuesto por Programas: fue adoptado en México en 1976, ya mencionado anteriormente, consiste en un proceso de planeación y una estimación más ordenada en el presupuesto, estableciendo objetivos generales y específicos para cada uno de estos. Orienta el cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Desarrollo, definiendo el campo de acción de las dependencias ejecutoras del gasto.
- Presupuesto Basado en el Desempeño: Actualmente conocido como Presupuesto Basado en Resultados (PbR), tiene como base el evaluar los resultados por desempeño de los distintos tipos de programas, así como las actividades realizadas por las dependencias y organismos públicos. Tiene como base fundamental la eficiencia. En México se empezó adoptar a partir de 1996, teniendo como resultado una actualización en la LFPRH en el año de 2006, incorporando el Sistema de Evaluación del Desempeño (SED) donde se incorpora

⁷ Flores Ivette y Flores Ruth, 2008.

⁸ Técnicas Presupuestarias 2017, Apuntes Didácticos de la Auditoría Superior de la Federación

al marco normativo *principios específicos que rigen la planeación, programación y evaluación del gasto público federal.*

- Presupuesto Participativo: Este tipo de presupuesto, además de la participación de los Poderes de la Unión, incluye la participación individual de los ciudadanos, así como asociaciones civiles de forma voluntaria. A través de discusión en foros o reuniones con autoridades-ciudadanos.
- Presupuesto base cero: *exige a cada administración justificar detalladamente la totalidad de sus peticiones presupuestarias. Requiere de fijar metas y objetivos por las que se deben tomar decisiones de acuerdo con la política institucional, con la finalidad de seleccionar las mejores opciones en cuanto a la relación de costo-beneficio.* Este tipo de presupuesto exige partir desde cero, sin tener en consideración variaciones en ejercicios anteriores. Una de las desventajas de utilizar dicho tipo de presupuesto, es la complejidad que conlleva en la recabar la información, así como prescindir de la propia política, sobre todo la social. En México tras el declive del precio del petróleo y una caída en los ingresos, se quiso implementar dicho procedimiento, sin embargo, existe un arraigo en ramos presupuestarios en que no pueden empezar de cero por la contraposición de la propia ley.

El proceso presupuestario es el siguiente cuadro:

Cuadro I.I. Proceso presupuestario

- Año previo al ejercicio.
 - I. Formulación de 1ro de enero al 1ro de abril.
 - II. Programación-presupuestación. Paquete económico anteproyecto de presupuesto entre enero al 8 de septiembre.
 - III. Discusión aprobación. Publicación Diario Oficial de la Federación 20 días naturales después de su aprobación en la cámara.
- Año del Ejercicio.
 - I. Ejecución y control. Se deben de entregar informes trimestrales sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública.
 - II. Seguimiento. El cual debe de seguir el Sistema de Evaluación del Desempeño para todo el año.
 - III. Evaluación. Programa anual de evaluación el cual depende del calendario de ejecución de las evaluaciones.
- Año posterior al ejercicio.
 - I. Rendición de cuentas mediante la cuenta de la Hacienda pública Federal el 30 de abril.
 - II. Dictamen emitido por la Auditoría Superior de la Federación hasta máximo el 31 de octubre

Cuadro tomado de Finanzas públicas para todos. M. Astudillo y F. Fonseca, 2017

Por último, la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios (LDFEFM), la cual fue aprobada en el sexenio de Enrique Peña Nieto. Esta ley fue instaurada con la finalidad de crear una sostenibilidad fiscal en las Entidades Federativas y los Municipios, estableciendo criterios generales para un presupuesto balanceado, convergiendo a un superávit, así como la utilización de deuda pública y el aval que el gobierno federal respaldará a la entidad, y un sistema de alertas (Rosales, M. y Del Río A., 2018). En efecto, la LDFEFM menciona que *las Entidades Federativas deberán generar Balances Presupuestarios sostenibles*. Asimismo, menciona que en dado caso que se incurra en un déficit presupuestario, la Entidad Federativa deberá presentar las causas y la forma en la que las finanzas públicas regresen al balance presupuestario, es decir, hay una limitación a la deuda pública estatal. Sin embargo, la vigente ley es de recién operatividad, no podemos dar conclusiones de su eficiencia y eficacia.

En suma, tras esta revisión normativa en el que las Entidades Federativas deben de seguir, emana el cuestionamiento inicial, en el que mencionamos el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal ¿Ha servido?, y de alguna manera, como mencionamos en segundo punto, se han llevado reformas a las leyes de una forma o con el objetivo de que las Entidades dependan cada vez menos de las transferencias federales y fortalezcan su hacienda pública. La cuestión es, se buscaba una homologación entre los Estados de la República. A continuación, mostramos tres mapas, en el que se observa la dependencia de ingresos federales por parte de las Entidades Federativas. El primer corte, es 1995 debido a la disponibilidad de datos de la Secretaría de Hacienda, el segundo mapa corresponde al año 2007, un año en el que se dio la reforma a la fórmula de distribución de las participaciones federales y por último el año 2016.

Gráfico 1.5 Dependencia de los ingresos Federales 1995



Fuente: Datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Elaboración propia.

Gráfica 1.6 Dependencia de los ingresos Federales 2007



Fuente: Datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Elaboración propia.

Gráfica 1.7 Dependencia de los ingresos Federales 2016



Fuente: Datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Elaboración propia.

Con estas tres representaciones de diferentes años, podemos observar que la mayoría de las Entidades Federativas dependen de sus ingresos federales, con gran excepción de la capital y el Estado de

México, así como algunos Estados del Norte del país. Por consiguiente, se puede cuestionar el funcionamiento del federalismo y el objetivo perdido del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal, a un federalismo centralizado, tanto del ingreso como del gasto. Sin embargo, Estados como Querétaro y Campeche tienen el mismo nivel de dependencia de ingresos federales (85-90 por cien), pero el primero tiene un crecimiento a dos dígitos de su Producto Interno Bruto Estatal (PIBE), los índices de desarrollo económico son distintos, mientras uno prácticamente salda su deuda pública, Campeche ha incrementado su deuda más del mil por ciento. Ello supone una diferencia en la forma de gasto, en la elección que hacen los actores de la política económica, en el siguiente punto, reflejaremos la parte teórica de la elección pública y qué nos dice en la forma de gasto y lo compararemos con la evidencia empírica por rubro de gasto que tienen las Entidades Federativas.

Las desigualdades entre las mismas entidades federativas se han acentuado, quedando rezagado el sur, concentrando los índices de marginación poblacional más altos del país. Ello debido al atraso económico asociado al gran déficit de infraestructura, que se traduce en un freno a la propia economía nacional (Ros, 2015).

I.II. Elección Pública

Desde los primeros cursos de economía, se estudia que el comportamiento egoísta de los individuos traerá consigo, en suma, un beneficio social óptimo para todos los individuos que conforman una sociedad. La teoría neoclásica retoma a la escuela clásica del pensamiento económico, la cual establece que los individuos son agentes racionales al momento de tomar decisiones, donde los individuos tienen necesidades, objetivos, incentivos y restricciones que son los factores que influyen en la toma de decisiones. De manera más específica, mientras que los individuos buscan maximizar su función de utilidad, las empresas buscan maximizar sus ganancias y, dado que en esta tesis hablaremos de la actividad política como influyente en la vida económica, los burócratas y políticos buscarán maximizar una función de presupuesto.

La elección pública en una definición inicial es *la rama de la economía pública que estudia los problemas relacionados con las decisiones del gobierno de naturaleza pública, respeto a la asignación de recursos, regulación económica, la corrección de fallos de mercado y la intervención del Estado en la economía o en el mercado político.* (Cervantes, 2016). De esta forma llegaremos al comportamiento de los políticos y los gestores de la política económica, que los tomaremos como uno mismo, en un principio. Ya que llegaremos a ver que los gestores de la política económica, o en su símil, burócratas pueden diferir en el comportamiento de los propios gobernantes, sus jefes. José Ayala menciona que en la nueva economía pública se apoya de las siguientes teorías; de las finanzas públicas; la Economía del Sector Público; la Teoría de la política económica; la Economía del bienestar; la Elección Pública y; el Institucionalismo Económico. (Ayala, 1995).

Cuadro I.II. Elección Pública	
Teorías y enfoques	Campos de estudios y/o aplicación
Teorías en las que se apoya: <ul style="list-style-type: none"> • Teoría económica de la política. • Teoría de las constituciones. • Teoría de las votaciones. • Teoría económica de la burocracia. • Teoría de la acción colectiva. • Fallas del gobierno. • Elección social. • Teoría de las decisiones. • Teorías del crecimiento del Estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Decisiones: no mercantiles y del mercado político. • Gasto e ingresos públicos. • Comportamiento de la burocracia. • Sistemas electorales y mecanismos de votación. • Restricciones institucionales al gobierno. • Eficiencia y fallas del gobierno. • Generación y transferencias de rentas derivadas de las actividades del sector público. • Negociaciones colectivas. • Crecimiento del Estado y la burocracia.

Elaboración propia.

Las decisiones de elección o asignación de recursos dentro del sector público se toman de distinta manera que, en el sector privado, aquí, los ciudadanos mediante un sistema de votación eligen a sus gobernantes y/o representantes, en los distintos niveles de gobierno, los cuales, están votando por un presupuesto público, que representa una serie de necesidades de los votantes y no de los políticos. El primer problema es saber cuáles son las cosas, bienes y/o servicios que demandan los votantes (Stiglitz, 2002).

Primero, sabemos que el Estado, ya sea en los ámbitos federal o estatal, tiene funciones o potestades en el entorno macroeconómico. Tienen en su poder las decisiones de política fiscal o monetaria, dependiendo de la normatividad en la que nos encontremos. En la que tienen como función el proveer bienes públicos a la población, sabiendo que dichos bienes son de consumo no rival, no divisibles, con un costo marginal igual o casi cero y no excluyentes, la población o más bien los individuos son agentes económicos que tienen cierta preferencia por unos u otros bienes públicos, es decir, tienen una preferencia individual en cierta canasta de bienes públicos.

Las elecciones de la cantidad del bien público tienden a ser una idea generalizada sobre las preferencias individuales de la comunidad, ya que, por un lado, si lo que tienen que pagar no depende de su respuesta, tienden a pedir una cantidad mayor del bien, normalmente a todos le gustaría tener más bienes públicos sin tener que pagar por ellos. Por otro lado, *si el que disfruta del bien mucho menos de lo que disfruta realmente, ya que sabe que su respuesta apenas influirá en la cantidad total suministrada y le gustaría comportarse como un polizón* (Stiglitz, 2002).

Siguiendo la demostración de Cervantes, 2016, tenemos a tres individuos; A, B y C, y tres canastas de bienes, siendo x, y, z; el problema que se encuentran los políticos es la elección de bienes, ya que si, el

individuo A prefiere más la canasta x que la y, así que también prefiere más a y que a z ($x > y > z$), el sujeto B tiene la siguiente preferencia $y > z > x$, por último, el sujeto C prefiere el orden de la canasta $z > x > y$. De forma, que no hay forma de establecer un sistema de preferencia en la cual todos los individuos estén de acuerdo en la elección de la canasta de bienes públicos. Con ello llegamos al teorema del dictador, o al Teorema de Imposibilidad de Arrow; el teorema demuestra que, si un mecanismo de decisión social satisface ciertas condiciones⁹, entonces es porque se trata de una dictadura, por lo que es incompatible con la democracia, (Cervantes, 2016). En la presente tesis empezamos con la forma de gobierno de México, por lo que dicho el teorema de imposibilidad es aplicable, debido a la propia forma de gobernar, y la no reelección. *Si suponemos que el nivel óptimo de gastos sería el más preferido por el votante mediano, si estuvieran en todos los niveles de gasto posibles. Un atractivo inusualmente atractivo para aumentar el presupuesto de los sitios por el poder que se les otorga para hacer propuestas de referéndum de "tómalo o déjalo" (Mueller, 1989).*

Aunque la mano de Adam Smith funcione perfectamente en el caso de la mayoría de los bienes, no ocurre así en el de los bienes públicos. Aun así, el interés personal de los políticos, su deseo de ser elegidos, desempeña una importante función, al menos en cierta medida: los índices a tratar de conocer exactamente las preferencias de su electorado y a votar a favor de medidas que reflejen sus preferencias (Stiglitz, 2002). Esto es por lado de los políticos, sin embargo sí se enfoca el estudio del lado de los votantes, estos generan una "acción colectiva", José Ayala (1995) explica que esta *acción colectiva* tiene como implicación el por qué los individuos cooperan y cuáles son los motivos de esta cooperación, los resultados de las decisiones de unos individuos dependen o se ven influidas por la toma de decisiones de los otros individuos y que las acciones y decisiones de los individuos están a orientados a maximizar sus propios beneficios, pero ¿hay un beneficio colectivo? Esta pregunta se podría responder mediante la participación del Estado, ya que al ser un ente que obliga coercitivamente a cumplir las reglas indispensables para un juego cooperativo y dado que los individuos sí y sólo sí se involucrarán voluntariamente en acciones colectivas si los costes marginales son menores a los beneficios marginales, entonces, se podría alcanzar una acción colectiva que traiga como resultado un beneficio para todos en el sentido de Pareto.

Para sintetizar el estudio del Estado, tomaremos las vertientes que propone Ayala, 1995, para el análisis sistemático del Estado. El autor propone una forma Organizativa, la cual, analiza al Estado desde la perspectiva del proceso legislativo y mediante el conjunto de organizaciones que lo constituyen. Mientras que el enfoque Institucional, analiza el Estado mediante las reglas y normas que se encuentran rigiendo. Para fines de la tesis tomamos ambas vertientes ya que la vertiente institucional refleja la parte de la Ley de Coordinación Fiscal, la CPEUM y la Ley de Planeación, quienes son las principales leyes que influyen en el Federalismo mexicano. Mientras que la vertiente Organizativa tomaremos el proceso legislativo la cual al verlo por la parte de los ciudadanos y sus preferencias es imposible, si se vive en una democracia representativa, que se tenga un sistema de preferencia individual para la elección de los bienes públicos. Para ello, existe un sistema de votación por mayoría, que en el país es en la forma que se elige a los representantes públicos. De forma que ellos, eligen la manera y forma en la ministración de bienes públicos, y reflejan la opinión de una mayoría. Todo gobierno, tiene cierta potestad el de cobrar impuestos, así como

⁹ Son tres condiciones para satisfacer un sistema de preferencia individual; I) Si el sistema de preferencia individual es completa, reflexiva y transitiva, entonces el sistema social de preferencia debe cumplir las mismas propiedades; II) Si todos los agentes en lo individual prefieren x a y, en el sistema de preferencia también se debe preferir x a y; III) El sistema de preferencia entre las canastas x e y sólo depende de su ordenación y no de cómo se ordenen otras canastas.

las decisiones de gasto, dentro de un marco normativo, que ya se vio previamente. Sin embargo, en este embramado, la teoría de la Elección Pública menciona que los gobernantes, así como los gestores o burócratas, no son madres de la caridad, cierto que debe haber ética en la propia política o algún fetiche, pero lo que realmente es de interés es tener el poder, ya sea del gobernante o del partido político en cuestión. El maximizar un presupuesto, ya que la política económica implica cierta división entre extractos económicos y sociales.

La visión arcaica del Estado, incluso citado en la presente tesis, emana que los gobiernos son elegidos para proveer bienes públicos, y/o mantener ciertas funciones establecidas incluso constitucionalmente. Sin embargo, el supuesto de que los actores en la política económica se mantienen como un agente egoísta maximizador que busca ser elegido democráticamente. Los burócratas, o los gestores de política económica, no tienen que ser elegidos en sí. Pero tienen algo en común con los políticos; el poder. Poder, palabra que ha sido descuidada y fuera de contexto por los propios economistas, que Max Weber, sociólogo, menciona o asume que el objetivo natural de los burócratas es el poder, la palabra poder es la *habilidad o capacidad de hacer algo, poder político debe ser definido como la habilidad de lograr ciertos fines* (Mueller, 1989). Existen diferentes formas de ejercer el poder, como directo, físico, u ofreciendo recompensas o castigos, pero el más buscado por los burócratas es el poder en la educación o propaganda. ¿Con qué fin? Para su partido o figura (s) política (s).

La burocracia y gobernantes buscan poder. Así de sencillo el supuesto, la búsqueda en los beneficios, como en una economía de mercado, existe porque existe información asimétrica y áreas de oportunidad para conseguirlo, bajo un escenario de incertidumbre. Así, existe cierta relación entre la teoría del costo-beneficio, con la búsqueda de poder en la elección pública. Aunque, la búsqueda de beneficio por parte de burócratas o los gestores de política económica, hace que la propia política sea contraproducente. Empero, los gestores tienen un monopolio en la provisión de bienes y servicios públicos a la sociedad. Entonces, al tener un monopolio, se liberan de tener una evaluación interna sobre eficiencia en la provisión de sus productos, los sueldos de los propios burócratas están relacionados por factores externos al mercado, ello caracteriza a tener incentivos débiles para hacer bien las cosas. Entonces, ¿cuáles son los incentivos? Como la presente tesis menciona desde el principio y el desarrollo del presente apartado; poder, reputación pública, hacer presión para tratos políticos y presupuesto (Mueller, 1989). Ello conlleva costos de oportunidades, que es elección pública. La aversión al riesgo es algo que los gestores de política económica deben de decidir en el presupuesto asignado, de libre disposición, para no sólo ganar votos, ya que también hay una competencia entre las Entidades Federativas, como menciona el Auditor Superior de la Federación, David Colmenares, en su columna del periódico 'El financiero', como una 'eterna lucha por los recursos'. Es un incentivo, que suponemos está en la mesa de la política económica.

La teoría de la Elección Pública menciona también que los políticos y los gestores de política económica coadyuvan en la acción de política fiscal y monetaria, con el fin de maximizar una función de bienestar social o minimizar la pérdida de dicha función. Sin embargo, a la vez, con disfraz, intentan minimizar la función de pérdida de votos por lo que actúan en sus potestades para que las variables de gasto (especialmente) muevan ciertas variables macro con el fin de distraer a la sociedad en su búsqueda de prevalencia del poder, ya sea como figura pública o intereses del propio partido político. Las variables macroeconómicas, las cuales está inmerso el sector público, se observan sucintamente en tres tipos: nivel de precios, crecimiento del ingreso real y nivel de desempleo (Cervantes, 2016). Siguiendo la metodología planteada, se puede llegar a una ecuación en la que los gestores de política económica tratan de minimizar;

$$L = \alpha_1(\mu - \mu^*)^2 + \alpha_2(\gamma - \gamma^*)^2 + \alpha_3(\rho - \rho^*)^2$$

La anterior ecuación muestra las variables macroeconómicas que pueden ser alteradas por la política económica que reflejan las desviaciones de las tasas observadas respecto a las tasas de crecimiento objetivo; siendo \bar{u} tasa de desempleo; \hat{y} tasa de crecimiento del ingreso real y ; ρ el nivel de precios, las variables \bar{u}^* , \hat{y}^* , ρ^* son las tasas de crecimiento objetivo, mientras que α_1 , α_2 , $\alpha_3 > 0$ son ponderadores (Cervantes, 2016). Por lo que la ecuación “L” es idéntica para una función de pérdida de votos;

$$\Omega = \beta_0 + \beta_1(\mu - \mu^*)^2 + \beta_2(\gamma - \gamma^*)^2 + \beta_3(\rho - \rho^*)^2$$

La anterior ecuación es esencialmente igual que la función de pérdida de bienestar social, sólo con un elemento constante, que es β_0 , de esta forma si los gestores de política económica *logran complacer a los votantes al mismo tiempo están minimizando su función de pérdida social por lo que también aseguran su estancia en el poder por otro periodo más*. Asimismo, la conducta de los votantes no es la misma, hay distintas clases sociales, distintas formas de pensar, distintas formas en la aceptación y divergencia en la ideología, por lo que tenemos cuatro tipos de votantes siguiendo la ecuación anterior (Cervantes, 2016):

- Racionalidad Colectiva, todos los votantes miran la política económica de la gestión pública, en las tres variables y con una temporalidad de acuerdo con el periodo en cuestión;
- Votantes miopes, este tipo de votantes son de miras de corto plazo al periodo de elecciones, se fijan únicamente en la actividad económica, por lo que se incentiva la demanda agregada en fechas a la elección.
- Votantes Ilusión de Empleo, como se menciona en el nombre, éstos votantes miran únicamente en el nivel de desempleo entorno a las elecciones;
- Votantes con Sesgo Deficitario, este tipo de votantes se complacen con bienes públicos o programas sociales lo que estimula un gasto deficitario en el gobierno.

Es difícil la ponderación de cada uno de los votantes, aunque siendo sinceros, el último tipo de votantes se da por exquisito en cada elección, como dar tarjetas naranjas, por ejemplo.

Si deseamos aplicarlo a la vida cotidiana de los actores políticos dentro del marco que está referenciada la presente tesis, a las Entidades Federativas, cabe mencionar que, por mandato normativo, la potestad del control de la tasa de inflación queda a manos del Banco de México, como su principal facultad como institución financiera. El artículo 2° de la Ley del Banco de México menciona “*El Banco de México tendrá por finalidad proveer a la economía del país de moneda nacional. En la consecución de esta finalidad tendrá como objetivo prioritario procurar la estabilidad del poder adquisitivo de dicha moneda*”. Por lo que la variable correspondiente queda eliminada, o está fuera de las manos de los gobernadores. En el apartado anterior mencionamos que las Entidades Federativas en su gran mayoría, su presupuesto depende de los recursos federales, a través de transferencias etiquetadas y de libre disposición. Los actores políticos tratarán, en teoría, de maximizar y afectar aquellas variables que, por un lado, le den obtención un mayor recurso federal (para hacer política y se tenga más maniobra el gobernante con el partido en turno) y por otro lado, el maximizar el bienestar de la sociedad para tener levantar la figura política para futuras elecciones (bajo el principio de no reelección), y/o para la figura del propio partido político. Donde, a través del gasto público, ejerce un efecto directo en el crecimiento económico, así como la tasa de desempleo.

El gobierno, viéndose como un Leviatán, un agente malevolente maximizador, cambia la perspectiva de la literatura tradicional en la elección pública. Brennan y Buchanan, asumen, que hay ciertos límites institucionales y físicos que demarcan las tasas de impositivas locales y el ejercicio del gasto, así el agente debe guiarse por la vía constitucional. Inclusive los propios ciudadanos buscan imponer límites a los burócratas, a través del voto y el pago de impuestos. Así como razones éticas. Gracias a una Constitución, el Estado Leviatán tiene restricciones a su 'apetito' en la búsqueda de beneficios (Mueller, 1989).

El modelo de Tiebout, implica que una restricción importante en el poder de monopolio de un gobierno local es la propia existencia de gobiernos locales en competencia a los que los ciudadanos puedan moverse.

Mueller (1989), menciona que el tamaño relativo del sector de gobierno varía inversamente con el número de unidades del gobierno local. Esto es, si se supone que tener más unidades de gobiernos locales significa una estructura de federalismo más fuerte y restricciones más intensivas en el gobierno a través de la competencia intergubernamental. Varios estudios internacionales también han encontrado que las estructuras federalistas inhiben el crecimiento del gobierno. Wallace Oates, concluyó que tener una estructura constitucional federalista tuvo un efecto negativo, pero estadísticamente insignificante, sobre las tasas de crecimiento de los países en desarrollo. Entonces, cómo es explicable el comportamiento en el nivel de desarrollo de Estados como Querétaro y Campeche. Dos Entidades con casi la misma dependencia federal de ingresos públicos, pero uno crece y salda su deuda pública, mientras el otro se sobre endeuda y no crece. Esto es elección pública. Costos de oportunidad en las variables de gasto para una, incrementar (dado el supuesto de incrementar los ingresos de libre disposición) el presupuesto y a la vez, tener el gancho para el votante mediano y ser elegido de nuevo el partido político y ensalzar.

CAPÍTULO II. SERIES DE TIEMPO

En este segundo capítulo abordaremos lo referente a la teoría de series de tiempo. Como una herramienta para coadyuvar en el presente estudio y dar inferencias al comportamiento de las variables que tomaremos, y de la temporalidad que elegimos con el fin de llegar resultados y conclusiones de éstas. Pero para anudar este análisis, es necesario primeramente exponer el componente esencial de las series de tiempo: las ecuaciones diferenciales. Posteriormente se expondrán algunas definiciones elementales de series de tiempo y los procesos que competen al análisis de esta Tesis.

II.1. Ecuaciones Diferenciales

Las estimaciones de las ecuaciones diferenciales, tienen por característica que sus valores están en función del tiempo, así como de valores de la propia variable dependiente como rezagos y otras variables. Una ecuación diferencial es aquella que contiene una o más derivadas o diferenciales. Estas se clasifican de acuerdo con su tipo, orden y grado (Weber, 1982). Con la ayuda de las ecuaciones diferenciales se puede saber o intuir el movimiento de la variable(s) a estudiar. Por consiguiente, una vez que se obtiene la solución, se podrá determinar si la ecuación converge o es divergente en el tiempo, o bien si tiene un comportamiento cíclico. De manera análoga los componentes tendencial y estacional están en función del tiempo; mientras que el componente irregular está en función de sus propios rezagos en el tiempo, así como muchos de estos modelos tienen implicaciones comprobables en relación con el trayecto temporal de una variable económica clave. (Enders, 1995). Para entender de mejor manera el planteamiento y funcionamiento de las ecuaciones diferenciales, se presenta a continuación el desarrollo de una de ellas.

El planteamiento básico de una ecuación diferencial, inicia con una función o ecuación univariable, que es dependiente del tiempo o rezago de la propia en el período anterior.

$$Y = f(t)$$

En donde sí se busca evaluar una función se debe incluir:

t = Es un valor en el tiempo que toma la variable independiente.

t = Indica un valor específico que toma la variable dependiente.*

y_{t+h} = Es el valor específico de la variable dependiente.

h = Es un cambio en la longitud de la unidad en t.

Enders (1995) expone que formalmente $y_{t^*} = f(t^*)$. Si usamos la misma notación, y_{t^*+h} representa el valor de y cuando t toma un valor específico en $t^* + h$. La primera diferencia de y es definida para que sea el valor de la función cuando $t = t^* + h$ menos el valor de la función evaluado en t^* . Utilizando el operador de diferencias Δ el cual toma una observación y resta la observación inmediata anterior.

$$\begin{aligned}\Delta Y_{t^*+h} &\equiv f(t^* + h) - f(t^*) \\ &\equiv Y_{t^*+h} - Y_{t^*}\end{aligned}$$

El cálculo diferencial permite que el cambio en la variable independiente se acerque a cero. Sin embargo, dado que la mayoría de los datos económicos se recopilan en períodos discretos, es más útil permitir que la duración del período de tiempo sea mayor que cero. Usando ecuaciones diferenciales, normalizamos las unidades para que h represente un cambio en la unidad en t y consideremos la secuencia de valores igualmente espaciados de la variable independiente. De esta manera, se pueden obtener las primeras diferencias.

$$\begin{aligned}\Delta Y_t &= f(t) - f(t-1) = y_t - y_{t-1} \\ \Delta Y_{t+1} &= f(t+1) - f(t) = y_{t+1} - y_t \\ \Delta Y_{t+2} &= f(t+2) - f(t+1) = y_{t+2} - y_{t+1} \\ Y_t &= a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_n y_{t-n} + e_t\end{aligned}$$

Las soluciones de las ecuaciones diferenciales dependen de su tipo, orden y el grado. No es objetivo del presente capítulo dar una revisión a su solución, sin embargo, es importante mencionar que tienen una solución general (es una solución que tiene n constantes de integración arbitrarias e independientes, es decir, contiene una solución particular y una solución homogénea), una solución particular (solución que puede obtenerse a partir de la solución general dando valores específicos a las constantes arbitrarias de la misma) [Weber, 1982] y solución (es) homogéneas (tienen como característica que no son una solución única, además de que esta parte de la ecuación general, comprende una parte que mide el desequilibrio de los periodos iniciales) [Enders, 1995].

Un componente de gran importancia en las ecuaciones diferenciales es el Operador de Rezago (Lag L) que es definido como un operador lineal para cualquier valor en y_t . (Enders, 1995)

$$L^i Y_t \equiv Y_{t-i}$$

Donde, L^i es el rezago en el tiempo dado los periodos de i . Una propiedad muy importante es $Lc = c$ donde c es una constante. Otra propiedad importante es:

$$\frac{1}{1 - \alpha L} = [1 + \alpha L + (\alpha L)^2 + (\alpha L)^3 + \dots] \text{ para } |\alpha| < 1$$

Esta propiedad corresponde a una serie que se encuentra alrededor de cero, esto se demuestra despejando 1 para que se obtenga:

$$\begin{aligned}[1 + \alpha L + (\alpha L)^2 + (\alpha L)^3 + \dots](1 - \alpha L) &= 1 \\ 1 - \alpha L + \alpha L - (\alpha L)^2 + (\alpha L)^2 - (\alpha L)^3 + \dots &= 1\end{aligned}$$

De esta manera todos los términos se cancelan excepto el último que será de la forma $\alpha^n L^n$, el cual tiende a cero cuando n tiende a infinito siempre que $|\alpha| < 1$. Por lo tanto, ambos lados de la ecuación serán iguales ($1=1$). Por lo que la utilización de este rezago será de gran utilidad para saber el valor de $|\alpha|$ ya que si este es mayor a uno, la solución convergerá en los términos futuros, a diferencia sí el valor es menor a la unidad (Montenegro, 2011), lo cual significa que es estacionaria.

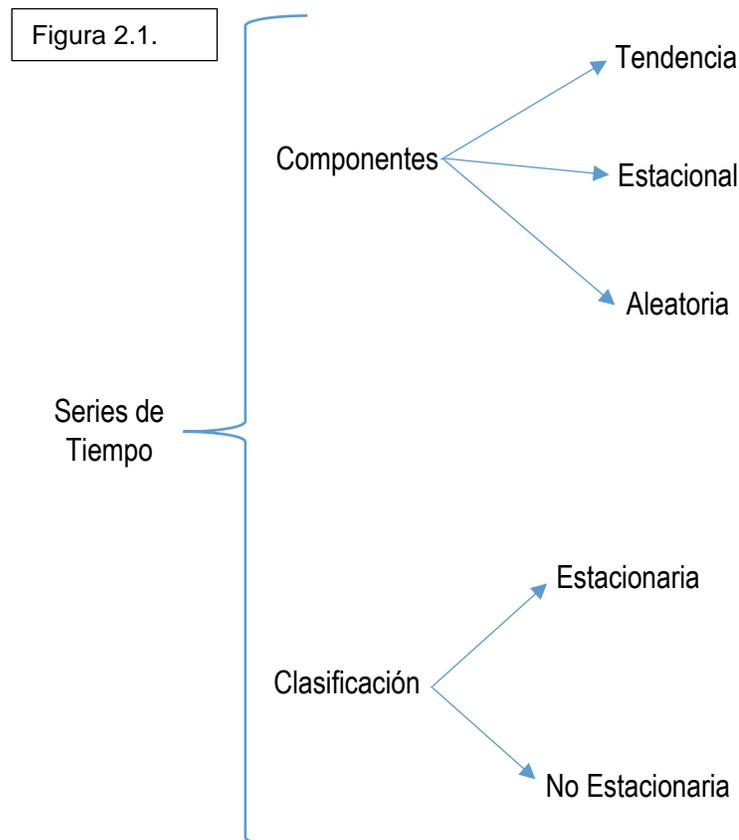
Una vez que se explicaron algunas de las propiedades y componentes esenciales en las ecuaciones diferenciales, es de menester mencionar que en economía hay dos tipos generales de modelos; por distinción estática o dinámica. Los modelos estáticos se refieren a situaciones de equilibrio, es decir, que si son alcanzadas se mantendrán. Mientras los modelos dinámicos están relacionados con situaciones que cambian respecto al tiempo; en estos interviene el tiempo explícitamente como una variable, o implícitamente en la forma de variables rezagadas (Weber, 1982). Estos dos tipos generales de modelos serán cruciales para el desarrollo del tema del siguiente apartado.

II.II. Series de tiempo.

El análisis de series de tiempo lidia con métodos estadísticos para el estudio y el modelamiento de una secuencia ordenada de observaciones, resultante de un proceso estocástico para cada sistema generado en la información (Madsen, 2008). Para Enders (1995) el objetivo de las series de tiempo ha sido el de predecir el comportamiento de ciertas variables económicas o de otra índole y con el avance en diversas metodologías, actualmente se ha utilizado para predecir, interpretar y probar hipótesis sobre datos económicos. Estas series, están compuestas por (Hernández y Herrador, 2000):

- Tendencia: trayectoria a largo plazo que sigue la serie, evolución subyacente;
- Ciclo estacional: Oscilaciones de periodicidad interna al año que son generadas por causas diversas o normas y usos sociales.
- Componente Irregular: Movimientos que no poseen un carácter periódico reconocible.

Además, de procesos estocásticos en la propia serie. El ordenamiento en función del tiempo es determinante y es parte integral del análisis. Con esta definición, la aplicación de series de tiempo en la ciencia económica resulta de utilidad en los procesos estocásticos con componentes estacionales y no estacionales. Existen distintos tipos de modelos de series temporales;



La definición anterior incluye dos tipos de series de tiempo: las que son impredecibles total o parcialmente, porque tienen algún elemento de aleatoriedad (de naturaleza *estocástica*), y las que son perfectamente predecibles (de naturaleza *determinística*) pero también es común encontrar series mixtas, con un componente determinístico (una tendencia o una oscilación) y uno estocástico (un término de error). Sin embargo, en la teoría econométrica se ocupan mayormente las series de naturaleza estocástica, que se modelan mejor incluyendo un término de error. (Montenegro, 2011). El argumento que fortalece la hipótesis de que el análisis se debe de realizar con series estocásticas es en el sentido de que el futuro solo está determinado en parte por los valores pasados, de modo que las predicciones exactas serán imposibles y deben ser replanteadas por la idea de que los valores futuros tienen una distribución de probabilidad que está condicionada por los valores pasados.

En esta misma secuencia, un proceso estocástico y_t se define como una secuencia de variables aleatorias ordenadas por un índice t , el cual denota tiempo. El planteamiento de un proceso estocástico se plantea de la siguiente manera:

$$\{y_t\} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$$

Un *proceso estocástico* no es una serie de valores o datos ya conocidos a través del tiempo, sino de variables aleatorias, una para cada momento del tiempo. Por lo que, al momento de realizar el análisis, sólo se obtendrán probabilidades y aproximaciones a través de una distribución de probabilidad. (Montenegro, 2011). Este conjunto de observaciones posibles se determina *ensamblaje* y corresponde al concepto de la población o espacio muestral en la teoría de la Probabilidad. En contraste, un *proceso determinístico*, es como ya se mencionó anteriormente, un conjunto de eventos en donde las repeticiones serán siempre iguales, no importando cuantas veces se realice el experimento, el resultado será siempre el mismo. En la literatura de las series de tiempo, se expone que si una serie de tiempo se puede predecir exactamente, la serie es determinista. Sin embargo, la gran mayoría de las series de tiempo son estocásticas en el sentido de que el futuro solo está determinando en parte por valores pasados, de modo que las predicciones exactas son imposibles y deben ser replanteadas por la idea de que los valores futuros tienen una distribución de probabilidad que está condicionada por los valores pasados. (Chatfiel, 1989)

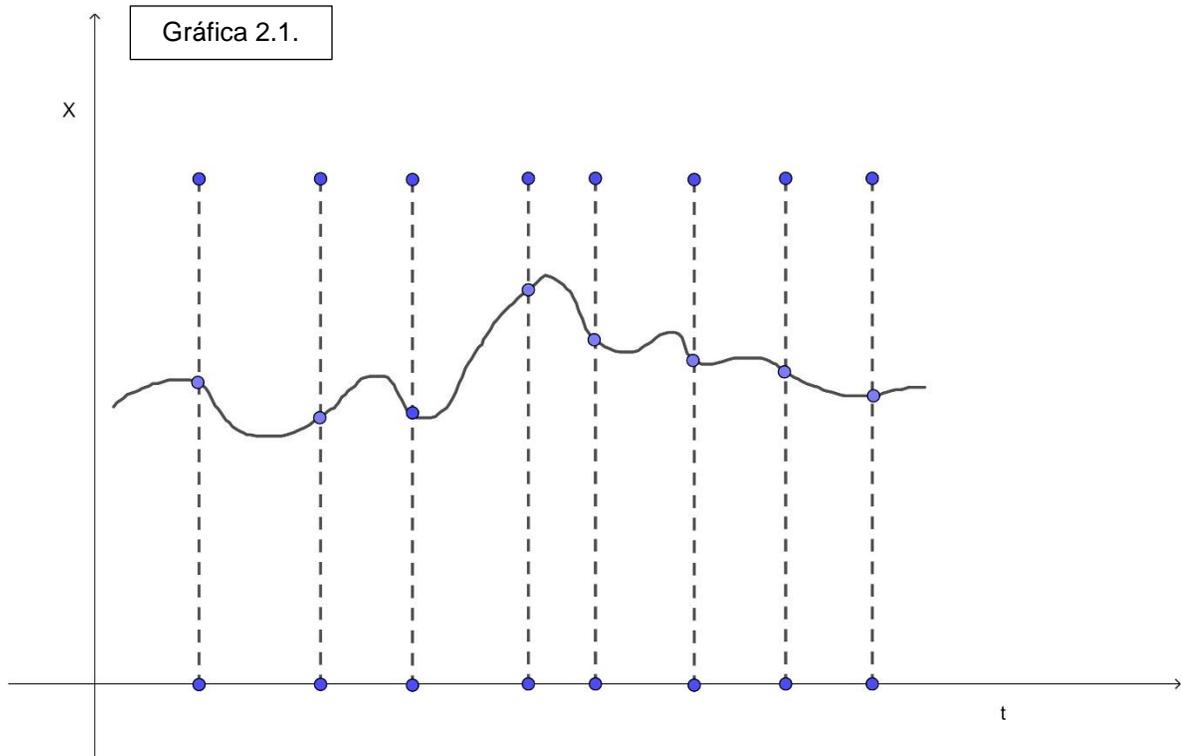
Montenegro (2011) menciona que la estacionalidad es un movimiento similar que se presenta en la misma época del año, este concepto usualmente se aplica sólo a periodicidades menores de un año. Es decir, la estacionalidad se refiere a periodos en el tiempo con cierta tendencia y que pueden denotar un cierto ciclo oscilatorio y temporal. Lo cual es una condición o restricción necesaria de las series temporales.

En definitiva, la característica especial del análisis de series de tiempo radica en el hecho de que las observaciones sucesivas generalmente son dependientes y que el análisis debe tener en cuenta el orden temporal de las observaciones. Por el contrario, si las observaciones son dependientes, los valores futuros pueden predecirse a partir de observaciones pasadas.

Un medio importante para reforzar el análisis de las series de tiempo es con la detección y estudio de los *outliers* o valores atípicos. Un valor atípico puede ser una observación perfectamente válida pero extrema que puede indicar una distribución asimétrica en la serie de datos. Por lo que es recomendable que, si se detecta la presencia de valores de atípicos, estos deben de ajustarse de alguna manera antes de seguir con el análisis de los datos. Mientras que, por otro lado, el *ruido* se presenta si en una serie las observaciones

pasadas no proveen ninguna información acerca del movimiento de las observaciones futuras, por lo que dicha serie será imposible de predecir utilizando la información de su propio pasado. (Montenegro, 2011)

Ahora bien, desde el punto de vista de la forma como se toman o registran las observaciones, podemos clasificar las series de tiempo en *continuas* y *discretas*. Montenegro (2011) menciona que las series continuas son aquellas cuando tenemos observaciones o datos para todo instante en el tiempo y serán discretas cuando tengamos observaciones o datos sólo en ciertos momentos de tiempo, usualmente a intervalos regulares.



Elaboración propia

II.II.I. Modelos Estacionarios Univariados

Un modelo uniecuacional (una única ecuación) trata de explicar el comportamiento de una variable en función de sus propios valores pasados, más un término de error (utilizado en la econometría clásica, donde en las series de tiempo se le conoce como ruido blanco). Un proceso estacionario es cuando una variable es estable en el tiempo, ello es visible gráficamente mediante la solución de la ecuación diferencial, en donde, mediante el movimiento refleja una tendencia u oscilación constante (Madsen, 2008). Existen dos tipos de series estacionarias: la estacionariedad débil y la fuerte. La explicación de que la estacionariedad será débil se debe a que las series de tiempo estocástico poseen las siguientes propiedades:

$$\text{Media: } E(y_t) = \mu$$

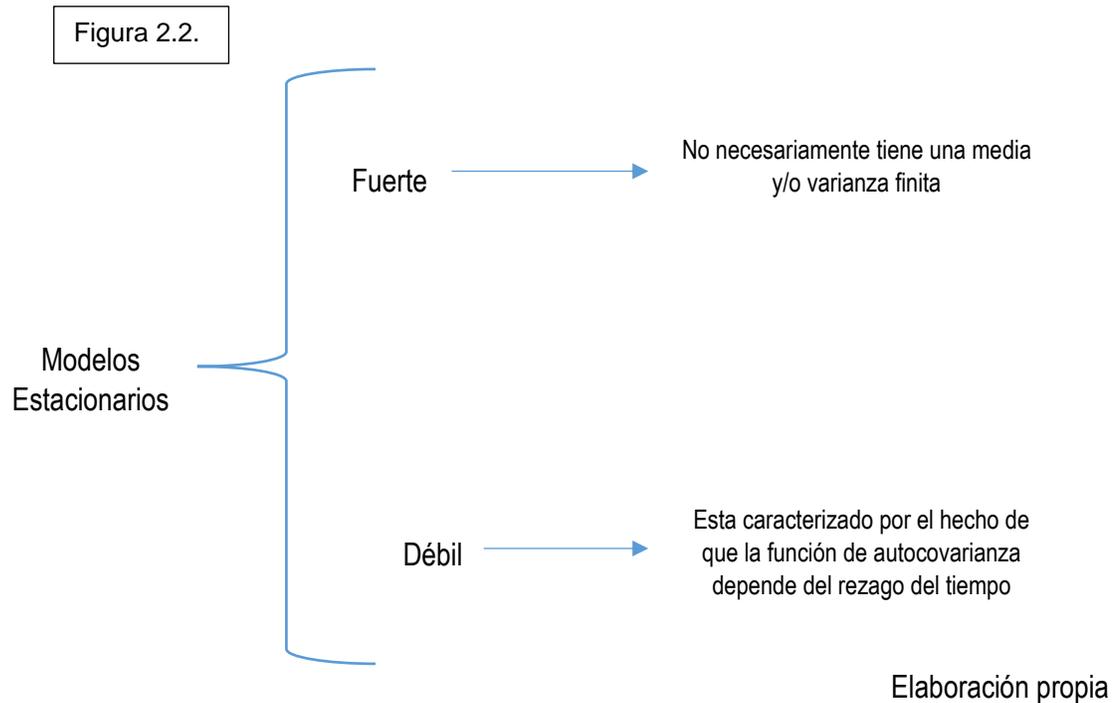
$$\text{Varianza: } \text{var}(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = \sigma^2 = y_0$$

$$\text{Covarianza: } E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = y_k$$

Gujarati (2010) explica que y_k , la covarianza (o autocovarianza) en el rezago k , es la covarianza entre los valores de y_t y y_{t+1} es decir, entre dos valores Y separados por k periodos. Sí $k = 0$, obtenemos

y_0 , que es la varianza de $Y (= \sigma^2)$; si $k = 1$, y_1 es la covarianza entre dos valores adyacentes de Y . Por otra parte, un proceso estacionario fuerte cumple que, todas las distribuciones de dimensión finita son invariantes para los cambios en el tiempo.

En otras palabras, y a manera de síntesis, si una serie de tiempo es estacionaria, su media, su varianza y su autocovarianza (en los diferentes rezagos) son constantes sin importar el momento en el cual se midan; es decir, son invariantes en el tiempo. Tal serie de tiempo tenderá a regresar a su media (la cual es conocida como reversión media) y las fluctuaciones alrededor de esta media (medida por su varianza) tendrán una amplitud constante en términos generales. La dependencia de que la reversión media sea rápida o lenta depende totalmente del valor de las autocovarianzas (Gujarati, 2010).



Otra exigencia o condición es que la serie tenga ergodicidad; un proceso ergódico es aquel que a partir de una cierta distancia temporal de las variables ($S \ll T$), éstas pasan a ser independientes (Hernández y Herrador, 2000). Es decir, que las covarianzas a partir de ese punto se anulan. Lo que equivale a decir que el peso del pasado más lejano es nulo, debido a que los agentes tienen más presente el pasado inmediato que el pasado más lejano. Matemáticamente, la función de covarianza en el desfase k , y_k , es igual a cero:

$$E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = \begin{cases} y_k & \text{siendo } k = 1, 2, 3, \dots, S \\ 0 & \text{si } k > S \end{cases}$$

En términos generales, la condición de ergodicidad se expresa de la siguiente manera:

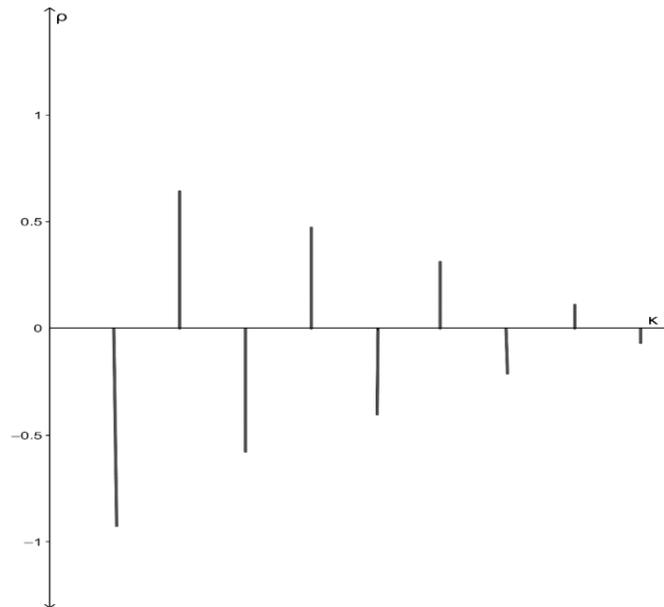
$$\lim_{k \rightarrow \infty} y_k = 0$$

Sólo nos será posible inferir correctamente las características estadísticas de un proceso estocástico si se le exige que sea estacionario y ergódico. Una de las pruebas que sugieren algunos autores de la literatura de econometría y series de tiempo es un análisis gráfico, donde se debe de graficar las variables que se buscan analizar y de esta manera, a manera de observación, detectar patrones, tendencias, ciclos o comportamientos atípicos en la serie de tiempo (Gujarati, 2010). En análisis de series temporales es necesario conocer la estructura particular de dependencia entre las variables, con la finalidad de concretar el modelo explicativo de la evolución histórica de la serie. Para tal efecto, se utiliza como instrumento estadístico la función de autocovarianzas (función matemática que describe las covarianzas para dos instantes cualesquiera) o bien, su expresión derivada, la función de autocorrelación (es la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo), que se expresa de la siguiente manera:

$$\rho(k) = \frac{y(k)}{\sqrt{y(0)}\sqrt{y(0)}} = \frac{y(k)}{y(0)}, \text{ siendo } k \text{ el desfase}$$

Siendo habitual acudir a su representación para distintos retardos temporales (k), función de autocorrelación total (FAC), la gráfica debe de mostrar un comportamiento convergente a cero a medida que el tiempo avanza, ya sea decreciente u oscilante (en dado caso que la solución a la ecuación diferencial sea imaginaria), (Enders, 1995).

Gráfica 2.2. Función de Autocorrelación Parcial



Elaboración Propia.

Retomando un poco el análisis del comportamiento de una serie de tiempo, sus movimientos y su apariencia visual dependen de la distribución de probabilidad que gobierna el mecanismo de generación de datos, lo cual se conoce como proceso estocástico. A su vez, dichas características probabilísticas pueden cambiar o no cambiar en el tiempo. Si cambian en el tiempo, la modelación sería más difícil y el riesgo de hacer inferencias y predicciones aumentará, pero si no cambian, es decir, los procesos son **estacionarios**, es más fácil de modelar y hacer predicciones porque se puede confiar en la estabilidad de la especificación

y de los parámetros estimados aún si están fuera de la muestra. En otras palabras, un proceso estocástico y_t es estrictamente estacionario si sus propiedades estadísticas o probabilísticas no cambian con el tiempo: esto es, si su función de distribución acumulativa es independiente del tiempo (Montenegro, 2011).

$$F(y_1, y_2, \dots, y_n) = F(y_{1+\epsilon}, y_{2+\epsilon}, \dots, y_{n+\epsilon})$$

Para todo n y ϵ finitos.

Otro elemento esencial para la estacionariedad es el ruido blanco (*White noise*), definido previamente en el apartado, lo denominamos como:

$$Y_t = \epsilon_t$$

Se dice que un proceso es puramente aleatorio si tiene una media igual a cero, una varianza constante y no está serialmente correlacionado. Además, supone una distribución normal. De modo que:

$$E(\epsilon_t) = E(\epsilon_{t-1}) = \dots = 0$$

$$E(\epsilon_t)^2 = E(\epsilon_{t-1})^2 = \dots = 0 \rightarrow \text{var}(\epsilon_t) = \text{var}(\epsilon_{t-1}) = \dots = \sigma^2 = \gamma_a$$

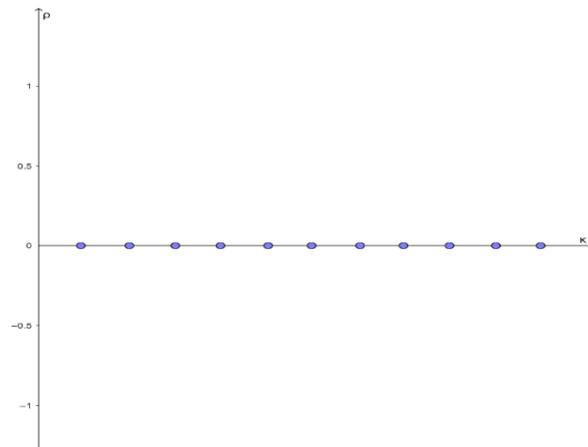
$$E(\epsilon_t \epsilon_{t-s}) = 0 \text{ para todas las } s$$

Por lo tanto, agregando el ruido blanco al análisis de series de tiempo, la ecuación quedaría:

$$X_t = \sum_{i=0}^q X\beta_i \epsilon_{t-i}$$

- Media Constante. $E(Y_t) = E(Y_{t+s}) = 0$
- Varianza constante. $V(Y_t) = V(Y_{t+s}) = \sigma^2$
- Covarianza constante. $\text{cov} = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-s} - \mu)] = \gamma_s$

Gráfica 2.3. Función de Autocorrelación



Elaboración propia.

A su vez, las series temporales estacionales, deben de cumplir con la condición general de estacionariedad. Para lo cual, se tiene que llegar a la condición de invertibilidad. Primero, todo proceso estocástico estacionario Y_t , se representa por la suma de una parte determinista D_t , y un proceso aleatorio de infinitos términos W_t . La parte determinista, como se mencionó en el apartado 2.II, se compone de valores pasados. El término aleatorio, sin embargo, se representa por ruidos blancos pasados, donde los coeficientes al cuadrado tienen suma infinita (Hernández y Herrador, 2000):

$$W_t = \alpha + \psi_0 a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots + \psi_j a_{t-j} = \alpha + \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j a_{t-j}$$

Siendo α una constante y a son los ruidos blancos. El proceso debe cumplir con la condición general de estacionariedad:

$$\sum \psi_i^2 < \infty$$

Suponiendo que la constante y que el primer coeficiente sea la unidad, el proceso se define por una ecuación lineal de términos infinitos, o un proceso de medias móviles de infinitos términos, MA (∞), al representarla en retardos u operadoras Lag, el proceso es definible como operador inverso, despejando a_t , el proceso se convierte en un autorregresivo de términos infinitos, AR (∞), de modo que si se cumple con la condición general de estacionariedad, los coeficientes de representación autorregresiva decrecerán al aumentar el retardo, lo que emana que la influencia del pasado es cada vez con una ponderación menor (condición de invertibilidad).

Otra forma de observar la invertibilidad, partiendo de una ecuación AR(p) o MA (q), en términos del ruido blanco, es a través de las raíces directas(g) o raíces inversas (G) del polinomio. Se comprueba que la serie es invertible, y, por lo tanto, una de las condiciones de invertibilidad, si las raíces inversas del polinomio en términos absolutos $|G|$ caen dentro del círculo unidad, o lo que es lo mismo: $|G| < 1$. Por otro lado, si las raíces directas en términos absolutos $|g|$ caen fuera del círculo unidad, o lo que es lo mismo $|g| > 1$, tenemos condiciones de invertibilidad (Hernández y Herrador, 2000). Se especificará en el desarrollo de los modelos que más adelante se mencionan, cómo aplicar dichas condiciones para AR (p), MA (q) y ARMA (p,q).

Un fenómeno que suele aparecer en el análisis de series de tiempo estacionarios es cuando al momento de realizar la regresión de y_t sobre x_t y como ambas variables son procesos no correlacionados dado que, por su componente de tendencia estocástico, el valor resultante en la R^2 debe de tender a cero; es decir no debe haber ninguna relación entre las dos variables. Sin embargo, en algunos análisis se podrán obtener resultados donde el coeficiente de X es muy significativo estadísticamente, y si el valor de R^2 es bajo, estadísticamente distinto de cero. Por lo que estos resultados generan una intuición de que existe una relación estadística significativa entre Y y Y , aunque *a priori* se pensara que no habría ninguna. Es decir, los resultados generan discrepancias entre los valores estimados ($\hat{\beta}_1 \neq 0$ al 95% de significancia y la R^2 es alta) y la interpretación estadística. Este fenómeno es conocido como regresión espuria o regresión sin sentido. Este tipo de regresiones no se corrigen apelando al método tradicional de estimar y restar una tendencia determinística a las series; si la tendencia de la serie es un camino aleatorio, restarle una tendencia determinística, especialmente la tendencia lineal usual, y así se incluye otro camino aleatorio (Montenegro, 2011). Para comprobar si existe correlación entre dos

variables o más, se aplican estadísticos para corroborar que no se trata de una regresión espuria. El estadístico más común es la Prueba Breush-Godfrey; que es una prueba para la autocorrelación de los errores general, debido a que las variables regresoras son estocásticas y no estocásticas, permite esquemas de orden mayor como AR (2) y AR(P), que se verá más adelante, y promedios móviles de orden superior de los términos de error de ruido blanco (Gujarati, 2010). Para realizar el estadístico, construimos una regresión:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \mu_t$$

El orden de la ecuación puede ser cualquiera, pero por simplicidad se usará el de primer orden. Ahora, se construye una regresión auxiliar, dicha regresión será la modelación del término de error, que seguiría un esquema tipo AR (P), tema retomado más adelante, y sería como:

$$\mu_t = \rho_1 \mu_{t-1} + \rho_2 \mu_{t-2} + \dots + \rho_p \mu_{t-p} + \epsilon_t$$

Donde ϵ_t es un proceso de ruido blanco. Lo siguiente es plantear la hipótesis nula: $H_0 = \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$, es decir, no existe correlación serial de ningún orden, posteriormente se obtiene un R^2 de la regresión auxiliar y lo siguiente: $(n-p)^{10} R^2$, que sigue una distribución ji cuadrada, de modo que si excede el valor crítico se rechaza la hipótesis nula. La paquetería de estadística permite ayudar a calcular el valor del estadístico.

Las ecuaciones diferenciales lineales con un proceso estocástico, subrayan gran parte de la teoría de la econometría de series de tiempo. En especial, la metodología Box-Jenkins es el modelo más importante y más recurrido para la estimación de modelos de series de tiempo (Enders, 1995)

$$Y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \epsilon_t + \beta_p \epsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \epsilon_{t-q}$$

Antes de ver directamente los modelos, es necesario analizar las propiedades o condiciones que debe tener una muestra con variables discretas, una variable discreta y se dice que es una variable aleatoria si para cualquier número real r , existe una probabilidad $p(y \leq r)$ de que y tome un valor menor o igual que r . Esta definición es bastante general en el uso común, generalmente se implica que hay al menos un valor de r para cada $0 < p(y = r) < 1$. Sí hay alguna r para cada $p(y = r) = 1$, y es determinista. Para variables discretas, la distribución de probabilidad de Y_t está dada por una fórmula que especifica cada valor posible realizado de Y_t y la probabilidad asociada con esa observación. Si las observaciones están vinculadas a través del tiempo, existen las distribuciones de probabilidad conjuntas $p(Y_1 = r_1, Y_2 = r_2 \dots Y_T = r_T)$ donde r_i , es el valor observado de Y en el período i .

A lo largo de este capítulo se ha explicado que los efectos temporales en el tiempo proveerán de información a la serie para que así se pueda inferir algún comportamiento en el futuro. Los valores del pasado, por lo tanto, aportaran incorporar la información de otras variables que pueden intervenir en el proceso, así como puede prescindir de las mismas. Montenegro (2011) explica claramente que la especificación es relativamente sencilla ya que el tiempo resulta de expresar la variable en función de su propia información, pero de un periodo anterior. Este tipo de análisis es conocido como autoregresivo. Las dos especificaciones principales de esta metodología son los modelos autoregresivos AR(p) y los modelos de promedio móvil MA(q), los cuales fueron diseñados para procesos estocásticos estacionarios univariados.

¹⁰ Donde n = número de datos y “ p ” número de rezagos

Modelo de Promedio Móvil MA (1)

En estos modelos las variables del proceso serial son generados o explicados por una combinación lineal de valores actuales y pasados de ruido blanco. El proceso de medias móviles de orden uno MA (1) su expresión matemática se fórmula de la siguiente manera:

$$y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Expresado en forma del operador de rezagos:

$$y_t = (1 - \beta_1 L) \varepsilon_t$$

Se supone un proceso estacionario cuando la media y varianza son constantes, independientes del tiempo, asimismo, la covarianza depende sólo de la distancia temporal entre variables del proceso. De modo que debe cumplir:

$$E(y_t) = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1}) = 0 = \mu$$

$$E(y_t)^2 = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1})^2 = (1 + \beta_1^2) \gamma_a = \gamma(0)$$

$$y(k) = E[(y_t), (y_{t+k})] = \begin{cases} -\beta_1 \gamma_a & \text{para } k = 1 \\ 0 & \text{para } k > 1 \end{cases}$$

Con ello, también se habla que el proceso es ergódico, ello se puede comprobar mediante su invertibilidad. Ya que el proceso MA (1) puede transformarse en uno AR (∞), así se cumpliría la condición general para que sea estacionario, expresando el ruido blanco en término de y_t . Para que las observaciones pasadas influyan menos que la actual. O, dicho de otra manera, siempre que $|\beta_1| < 1$, condición general de invertibilidad, es posible expresar el proceso MA (1) en uno AR (∞) cuyos coeficientes decrecen de valor al aumentar el desfase temporal entre variables (Hernández y Herrador, 2000).

O como se mencionó más arriba, mediante las raíces del polinomio. Para este caso, si la raíz inversa del polinomio cae dentro del círculo unitario, esto es: $|\beta_1| < 1$, o si la raíz directa cae fuera del círculo de la unidad $|\beta_1| > 1$. En términos generales:

$$\begin{aligned} |G| < 1 &\rightarrow (G - \beta_1) = 0 \\ |g| > 1 &\rightarrow (1 - \beta_1 L) = 0 \end{aligned}$$

Modelo de Promedio Móvil MA (2)

El modelo de promedio móvil expresa la variable dependiente en función del ruido blanco en dos retardos, su expresión matemática es de la siguiente manera:

$$y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2}$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$y_t = (1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2) \varepsilon_t$$

Para que el proceso sea estacionario, se requiere que la media y la varianza de dicho proceso sea constante, así como la función de covarianzas y la función de autocorrelación se anulen a partir del segundo desfase (esto es para $k > 2$). De modo que las propiedades son las siguientes:

$$E(y_t) = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2}) = 0 = \mu$$

$$E(y_t)^2 = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2})^2 = (1 + \beta_1^2 + \beta_2^2) \gamma_0 = \gamma(0)$$

$$y(k) = E[(y_t), (y_{t+k})] = 0, \text{ para } k > 2$$

$$p(k) = \frac{y(k)}{\gamma(0)} = 0, \text{ para } k > 2$$

Así como el proceso anterior, el modelo MA (2) es ergódico, pues sus covarianzas se anulan a partir del segundo retardo, es decir, son distintas de cero hasta el segundo retardo. El proceso es invertible, con la finalidad de comprobar que cumple con la condición general de estacionariedad, despejando el ruido blanco en función de y_t , para llegar a un proceso AR (∞), donde a lo largo del tiempo, pesan menos los coeficientes de la ecuación. Así también podemos visualizarlo a través de las raíces del polinomio. Sean G_1 y G_2 las raíces inversas del polinomio, estas en su valor absoluto deben ser menores a la unidad, es decir, caer dentro del círculo unitario. Mientras que, las raíces directas del polinomio, estas deben de caer fuera del círculo unitario, esto es:

$$\begin{aligned} |G_1| < 1 \text{ y } |G_2| < 1 &\rightarrow (G^2 - \beta_1 G - \beta_2) = 0 \\ |g_1| > 1 \text{ y } |g_2| > 1 &\rightarrow (1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2) = 0 \end{aligned}$$

O, también cumple con las siguientes condiciones (Hernández y Herrador, 2000):

$$\begin{aligned} \beta_1 + \beta_2 &< 1 \\ \beta_2 - \beta_1 &< 1 \\ |\beta_2| &< 1 \end{aligned}$$

Modelo de Promedio Móvil MA (q)

El modelo de medias móviles de orden infinito (q) nota que el valor actual puede predecirse a partir del componente aleatorio del momento presente en Y, en menor medida, de los valores que se tienen de los impulsos aleatorios anteriores. La ecuación toma a la función y_t en función del presente y el pasado de una serie más la serie de ruido blanco. La expresión matemática es la siguiente:

$$y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_q \varepsilon_{t-q}$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$\begin{aligned} y_t &= (1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2 - \dots - \beta_q L^q) \varepsilon_t \\ y_t &= \beta_q(L) \varepsilon_t \end{aligned}$$

Al igual que los procesos MA (1) y MA (2), el proceso de orden q es estacionario si su media y varianza son constantes. Así también, si la función de covarianza y autocorrelación se anulan cuando el desfase es mayor que el orden del proceso, $k > q$. De forma que:

$$E(y_t) = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_q \varepsilon_{t-q}) = 0 = \mu$$

$$E(y_t)^2 = E(\varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_q \varepsilon_{t-q})^2 = (1 + \beta_1^2 + \beta_2^2 + \dots + \beta_q^2) Y_a = Y(0)$$

$$y(k) = E[(y_t), (y_{t+k})] = 0, \text{ para } k > q$$

$$p(k) = \frac{y(k)}{Y(0)} = 0, \text{ para } k > q$$

El proceso es ergódico, así como su invertibilidad, no es seguro en el proceso. Sólo serán invertibles si las raíces inversas del polinomio, en su valor absoluto, caen dentro del círculo unitario, o si las raíces del correspondiente polinomio caen fuera del círculo unitario. Con ello, tenemos condiciones de invertibilidad, así como estacionariedad si se cumplen dichas condiciones. Por ello es de gran utilidad el gráfico de la función de autocorrelación. De forma general, el proceso debe de cumplir:

$$\begin{aligned} |G_1| < 1; |G_2| < 1; \dots; |G_q| < 1 \\ |g_1| > 1; |g_2| > 1; \dots; |g_q| > 1 \end{aligned}$$

Modelo autorregresivo AR (1)

Pasaremos a los procesos autorregresivos. Dichos modelos son aquellos que expresan los valores de variables aleatorias como una media ponderada de variables anteriores más un término de error (ruido blanco). En primera instancia, tendremos el proceso AR (1), en el cual la variable aleatoria es explicada por un retardo más el ruido blanco, la expresión matemática es la siguiente:

$$Y_t = a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$(1 - a_1 L) Y_t = \varepsilon_t$$

Antes de describir las propiedades, la ecuación AR (1) se denotará en un MA (∞), mediante iteración de una serie:

$$\begin{aligned} Y_t &= a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t = \varepsilon_t + a_1 (\varepsilon_{t-1} + a_1 y_{t-2}) \\ &= \varepsilon_t + a_1 \varepsilon_{t-1} + a_1^2 (\varepsilon_{t-2} + a_1 y_{t-3}) \\ &= \varepsilon_t + a_1 \varepsilon_{t-1} + a_1^2 \varepsilon_{t-2} + a_1^3 \varepsilon_{t-3} + \dots \end{aligned}$$

Ello para hacer más fácil la visualización de las propiedades del proceso. La media es constante y la varianza no es necesariamente constante en el proceso. De forma que:

$$E(y_t) = E(\varepsilon_t + a_1 \varepsilon_{t-1} + a_1^2 \varepsilon_{t-2} + a_1^3 \varepsilon_{t-3} + \dots) = 0 = \mu$$

$$E(y_t)^2 = E(\epsilon_t + a_1\epsilon_{t-1} + a_1^2\epsilon_{t-2} + a_1^3\epsilon_{t-3} + \dots)^2 = (1 + a_1^2 + a_1^4 + a_1^6 + \dots)Y_\alpha$$

$$= Y(0)$$

La varianza del proceso no es necesariamente constante. Dicha condición es cuando la ecuación de AR (1) sea $|\alpha| < 1$ para que y_t sea estable. Y si tomamos en cuenta que α es el inverso de la raíz de la ecuación auxiliar, y que esta raíz debe ser mayor que uno en magnitud para la estabilidad del sistema (Montenegro, 2011). Es decir, la proporción tenderá a decrecer e ir convergiendo hacia cero a medida que el desfase aumenta en el ponderador.

Ahora bien, la función de covarianza y la función de autocorrelación se expresan matemáticamente de la siguiente manera:

$$y(k) = E[(y_t), (y_{t+k})] = a_1^k Y(0)$$

$$p(k) = \frac{y(k)}{Y(0)} = a_1^k$$

Dichas funciones suponen coeficientes de autocorrelación distintos de cero, pero decrecerán geoméricamente hacia cero, lo que nos lleva a la conclusión que el proceso AR (1) es estacionario, así como ergódico (Hernández y Herrador, 2000). Por último, las condiciones de invertibilidad, es más factible verlas a través de las raíces del proceso. Si las raíces inversas del polinomio son menores a la unidad, entonces el proceso es invertible y por lo tanto estacionario. Asimismo, si las raíces directas del polinomio son mayores a la unidad, el proceso es invertible. De modo que:

$$|G| < 1 \rightarrow (G - a_1) = 0$$

$$|g| > 1 \rightarrow (1 - a_1L) = 0$$

Modelo autorregresivo AR (2)

El modelo AR (2) tiene como característica que la variable a predecir está en función de dos rezagos, es decir, el valor pasado y antepasado, de igual manera que AR (1) podemos representarlo sólo añadiendo el segundo rezago:

$$Y_t = a_1y_{t-1} + a_2y_{t-2} + \epsilon_t$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$(1 - a_1L - a_2L^2) Y_t = \epsilon_t$$

El intercepto no es necesario ponerlo en la estimación, ya que no afecta la función de autocorrelación (Enders, 1995). Lo primero que debemos visualizar en este tipo de modelo, es saber si cumple con condiciones que darán pauta para concluir que el modelo es estacionario, sí:

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 &< 1 \\ a_2 - a_1 &< 1 \\ |a_2| &< 1 \end{aligned}$$

Con ello, tenemos que la media y varianza del proceso son constantes:

$$\mu = 0$$

$$Y(0) = \frac{(1 - a_2)}{(1 + a_2)(1 - a_1 - a_2)(1 + a_1 - a_2)} \gamma_a$$

La función de covarianzas se obtiene a través de ecuaciones Yule-Walter, donde en términos generales se denota matemáticamente de la siguiente manera, siendo $k > 2$:

$$y(k) = E[(y_t), (y_{t+k})] = a_1 y(k-1) + a_2 y(k-2)$$

Mientras que la función de autocorrelación viene dada en la forma general como:

$$p(k) = \frac{a_1}{(1 - a_2)}$$

Bajo condiciones de estacionariedad, mencionadas anteriormente al principio del modelo, los coeficientes de correlación decrecerán hacia cero, es decir, convergerán más o menos rápido (Hernández y Herrador, 2000). De modo que el proceso se le considera estacionario y ergódico, asimismo, es invertible dado que el decremento continuo de los coeficientes, supone implícitamente que los distintos valores pasados tienen un valor y/o peso cada vez menor.

Modelo autorregresivo AR(p)

Este modelo expresa el valor actual de una serie estacionaria y_t en función de su propio pasado, es decir, toma en cuenta el valor de sus rezagos y_{t-k} . Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$Y_t = a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_p y_{t-p} + \epsilon_t$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$(1 - a_1 L - a_2 L^2 - a_p L^p) Y_t = \epsilon_t$$

$$a_p(L) Y_t = \epsilon_t$$

El proceso será estacionario si las 'p' raíces del polinomio directas caen fuera del círculo unitario. O bien, si las 'p' raíces inversas del polinomio caen dentro del círculo unitario (Hernández y Herrador, 2000). Esto se puede visualizar como:

$$|G_1| < 1; |G_2| < 1; \dots; |G_q| < 1$$

$$|g_1| > 1; |g_2| > 1; \dots; |g_q| > 1$$

De este modo, el proceso tendrá media y varianza constante. Por otro lado, las covarianzas y los coeficientes de correlación del proceso podemos calcularlas por medio de ecuaciones de Yule-Walter, esto sería:

$$y(k) = a_1 y(k-1) + a_2 y(k-2) + \dots + a_p y(k-p)$$

$$p(k) = a_1 p(k-1) + a_2 p(k-2) + \dots + a_p p(k-p)$$

En forma matricial sería:

$$\begin{bmatrix} p(1) \\ p(2) \\ \vdots \\ p(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & p(1) & \dots & p(p-1) \\ p(1) & 1 & \ddots & p(p-2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p(p-1) & p(p-2) & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_p \end{bmatrix}$$

Si se cumplen las condiciones de estacionariedad mencionadas al principio, el proceso genera infinitos coeficientes de autocorrelación en continuo decrecimiento, o una convergencia hacia cero. Por lo que el proceso es ergódico e invertible. Sin embargo, el problema que emana es que la función de autocorrelación no permite identificar el orden concreto del proceso autorregresivo (Hernández y Herrador, 2000). Ello se resuelve mediante la Función de Autocorrelación Parcial (FACP), donde mide la relación entre dos variables particulares, aislando los efectos entre terceras variables. Es decir, dicho coeficiente refleja únicamente los efectos temporales directos entre variables, o corrigiendo por los rezagos intermedios. Ello lo podemos describir cómo (Catalán, 2011):

$$\tau_k = \text{Corr} [y_t - E(y_t | y_{t-1}, \dots, y_{t-k+1}), y_{t-k}]$$

Donde habrá un total de "p" coeficientes distintos de cero, pero estos decrecerán en el sistema de ecuaciones, si es que se cumplen las condiciones de estacionariedad.

Modelo ARMA (1,1)

Los modelos ARMA (p, q) contienen peculiaridades de los modelos AR (p) y modelos MA (q), es decir, es un modelo autorregresivo de medias móviles (Enders, 1995). Este proceso lo podemos representar de la siguiente manera:

$$Y_t = a_1 y_{t-1} + \epsilon_t - \beta_1 \epsilon_{t-1}$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$(1 - a_1 L) Y_t = (1 - \beta_1 L) \epsilon_t$$

El proceso es estacionario en su parte autorregresiva si cumple la condición de que $|\alpha_1| < 1$, mientras que para ser invertible, debe ser la estructura de medias móviles bajo la condición $|\beta_1| < 1$, o dicho de otra

manera, si las raíces de los polinomios característicos caen dentro del círculo unitario. La varianza del proceso viene dada de la siguiente manera:

$$E(y_t)^2 = E(a_1 y_{t-1} + \epsilon_t - \beta_1 \epsilon_{t-1})^2 = Y(0)$$

$$Y(0) = a_1^2 Y(0) + Y_a + \beta_1^2 Y_a - 2a_1 \beta_1 Y_a$$

$$Y(0) = \frac{1 - 2a_1 \beta_1 + \beta_1^2}{1 - a_1^2} Y_a$$

La función de autocorrelación viene dado por:

$$p(1) = \frac{(1 - a_1 \beta_1)(a_1 - \beta_1)}{(1 - 2a_1 \beta_1 + \beta_1^2)}, \text{ para } k > 1$$

Para el primer coeficiente de correlación, el valor tiene un coeficiente libre, de modo que, en los valores posteriores, este decrecerá de manera continua, si se cumplen las condiciones de estacionariedad de los coeficientes del proceso. Asimismo, la función de autocorrelación parcial, mostrará un coeficiente no nulo en su primer valor seguido de un decremento convergente a cero.

Modelo ARMA(p,q)

El proceso general ARMA (p, q), definido como una combinación de AR (p) y MA (q). Su forma en ecuación general es la siguiente:

$$Y_t = a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \epsilon_t - \beta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \beta_q \epsilon_{t-q}$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \epsilon_{t-i}$$

Expresado en forma de operador de rezagos:

$$(1 - a_1 L - \dots - a_p L^p) Y_t = (1 - \beta_1 L - \dots - \beta_q L^q) \epsilon_t$$

$$a_p(L) Y_t = \beta_q(L) \epsilon_t$$

Sí q=0, el proceso es conocido como un modelo puro autorregresivo denotado por AR(p), y sí p=0 el proceso es un movimiento puro de los promedios móviles denotados por MA(q). Los modelos ARMA pueden llevar rezagos de orden superior en una combinación en la que los rezagos de AR y MA no forzosamente deben ser iguales en el orden. Dependiendo el orden de cada uno es como se nombrará al modelo (Enders, 1995).

El proceso será estacionario si se cumple que $(1 - a_1 L - \dots - a_p L^p) = 0$, que es la parte correspondiente al modelo AR (p). Es decir, que las raíces inversas del polinomio hasta el orden "p" caigan

dentro del círculo unitario. Por otro lado, el proceso será invertible si en polinomio cumple con; $(1 - \beta_1 L - \dots - \beta_q L^q) = 0$, que es lo correspondiente a la parte MA (q), donde las raíces inversas del polinomio deberán caer dentro del círculo unitario, con lo cual el proceso sería ergódico, y la influencia del pasado tendrá un menor peso que el pasado más reciente.

Modelo ARIMA

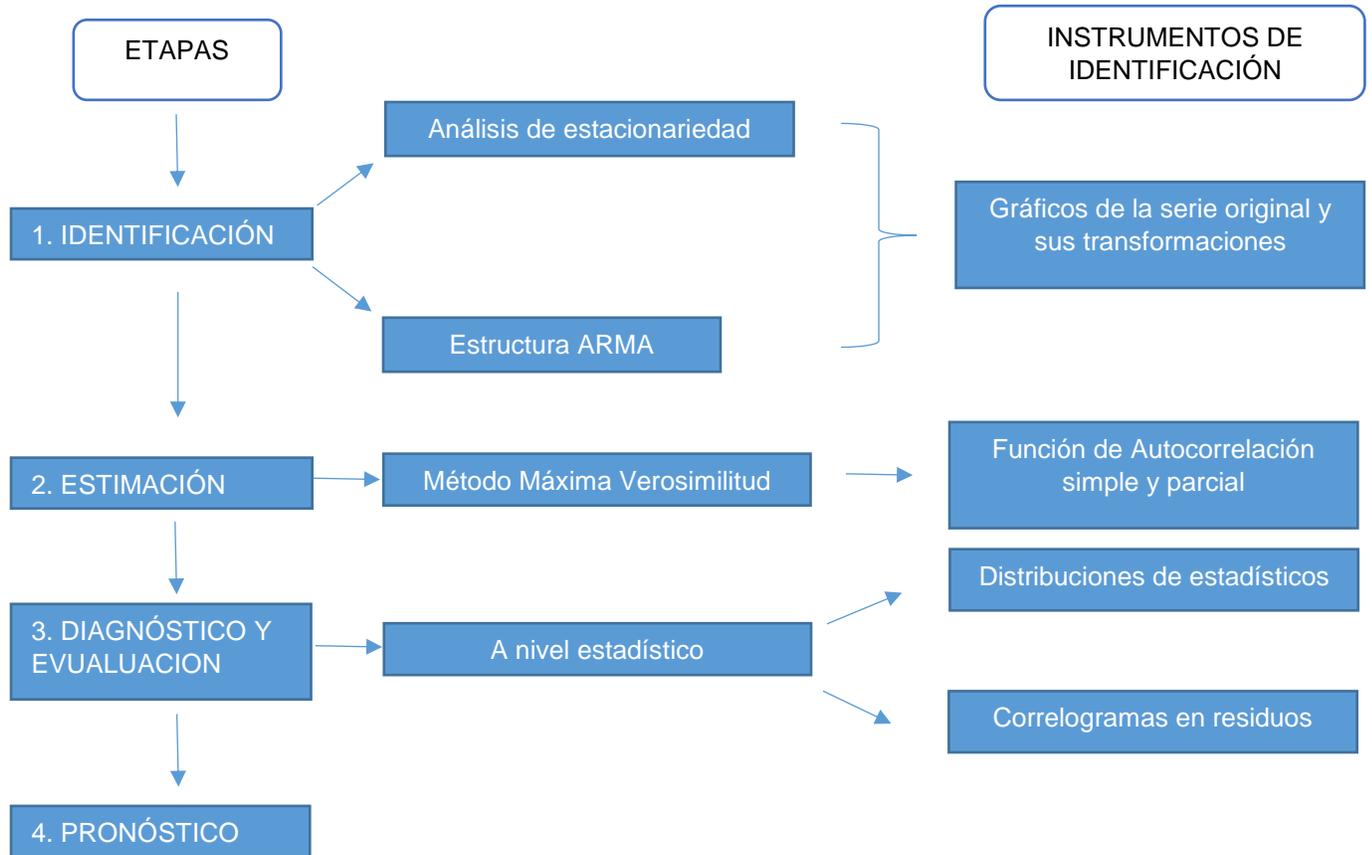
La mayoría de las series temporales en economía, por lo regular, no siguen un proceso estacionario. Lo que lleva a realizar una serie de transformaciones para poder analizarla como una ecuación univariante. Lo que supone que la media del proceso no sea constante, por lo que la serie temporal no cumple las condiciones necesarias para analizarlo con modelos anteriormente descritos. Para resolver dicho problema, a la serie temporal se le aplica una serie de diferenciaciones, ya que muchos procesos poseen una no estacionariedad homogénea (Hernández y Herrador, 2000).

$$\Delta y_t = (1 - L)^d y_t$$

Este proceso de diferenciación también es conocido como procesos integrados, dado que es necesario saber el número de diferenciaciones (suma o integración) para que se puedan convertir en estacionarios. Por lo que si una serie de tiempo es integrada de orden 1, sus primeras diferencias son $I(0)$, es decir, se vuelve estacionaria pero si a una serie de tiempo es $(I)d$, después de diferenciarla d veces se obtiene una serie $I(0)$. Por consiguiente, un modelo ARIMA es una serie temporal que se convierte en ruido blanco (proceso puramente aleatorio) después de ser diferenciada d veces. Posteriormente se aplica el modelo ARMA(p,q), para que la serie de tiempo original sea ARIMA(p, d, q). Es decir, sea una serie **autoregresiva integrada de promedios móviles**, donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe diferenciarse para hacerse estacionaria y q el número de términos de promedios móviles (Gujarati, 2010).

Por lo que para lograr una identificación de los modelos ARIMA se recurre a la metodología Box-Jenkins la cual supone una ejecución secuencial de una serie que se compone de cuatro etapas

Figura 2.3. Etapas de la metodología Box-Jenkins



Elaboración propia.

Identificación. Este paso basa su estudio en la propia estructura de la serie a través del tiempo, es decir, es de utilidad para identificar la dependencia que marquen los datos de la serie. Por lo que esta etapa sirve para verificar la estacionariedad (media y varianzas constantes) por lo que en la identificación es necesario mostrar la estabilidad de la varianza representada por (λ) .

Por lo que, si las observaciones son constantes desde un inicio no será preciso realizar ninguna operación previa al respecto. Por el contrario, cuando muestre variabilidad, será necesario transformar la serie original para facilitar su constancia. Por ello, en primer instancia se recomienda realizar una gráfica donde se aprecien que las observaciones (a través del tiempo) y si estas mantienen unas fluctuaciones de amplitud más o menos constantes en torno a la media de la tendencia, si esto se cumple, se podrá determinar que hay una varianza constante $(\lambda) = 1$ y no será necesario realizar alguna transformación. Sin embargo, la identificación mediante el gráfico complica el juicio para determinar si la varianza es constante por lo que se puede realizar una transformación tipo Box-Cox, la cual establece un gráfico de rango-media (o desviación típica-media) que supone dividir las observaciones de la serie en varios intervalos, calculándose para cada uno de ellos su rango y su media, con objeto de representar la relación entre ambos estadísticos. Si los puntos del rango y la media se alinean de manera horizontal, la varianza se considera constante. En cambio, si se alinean en torno a una línea de pendiente más o menos pronunciada implicará la necesidad de transformación.

En la presente etapa, el objetivo es la determinación del grado u orden de los componentes ARMA (p, q), para determinar el número de veces que debe aplicarse el operador de diferencias a la serie no estacionaria. Por otro lado, esta etapa secundaria en determinar si no existen componentes relevantes en el modelo (AR o MA), mediante la utilización de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial. El número de diferenciaciones, así como el orden a escoger para el modelo, dependerá de la serie misma, así como la intuición de cada persona. Por ejemplo, añadir al modelo un coeficiente o término independiente o no, ello dependerá de si la media de la estructura estacionaria es diferente de cero. Se pueden realizar distintos modelos alternativos al momento de determinar el número de diferenciaciones. Posteriormente, en la siguiente etapa se determinará si es significativo o no, de acuerdo con pruebas estadísticas o de la realidad en la que está inmersa la variable.

Otro aspecto importante a detectar en este paso es la corrección de las fluctuaciones estacionales (D), en donde se busca detectar un cierto comportamiento en las fluctuaciones y que éstas se realicen con cierta periodicidad regular, su presencia suele ser fácil de descubrir mediante una gráfica de la misma serie. Una vez que se hayan detectado realizar las diferencias estacionales hasta conseguir que se eliminen estos puntos abruptos en la serie. Por último, se busca identificar la tendencia (d) y en caso de ser necesario anular su presencia en los datos, esto para que se confirme que la media de la serie es constante. (Hernández y Herrador, 2000).

Estimación. En esta etapa se estiman los coeficientes de los términos autorregresivos y de media móvil incluidos en el modelo, cuyo número de rezagos p y q ya han sido identificados en la etapa de identificación. Para esta estimación, dado que se habrán realizado ciertas diferenciaciones previas en la serie original de la variable hasta conseguir su transformación adecuadamente estacionaria, el número de datos realmente disponibles es T suponiendo ahora T' iniciales:

$$T = T' - d - sD$$

El proceso de estimación se realiza mediante la estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) o de máxima verosimilitud. Es decir, a minimizar la suma de residuos (ε_t) al cuadrado:

$$\text{Mín } S = \text{Mín } \sum \varepsilon_t^2$$

Teóricamente el método MCO en la medida que las muestras sean grandes posee propiedades asintóticas, esto quiere decir que se generan estimadores asintóticamente consistentes y convergen a una distribución normal, por lo que las pruebas de hipótesis convencionales sobre los parámetros del modelo serán válidas.

O bien, maximizar la función de verosimilitud (L) del ruido blanco:

$$\text{Máx } L = \text{Máx } f(a_1, a_2, \dots, a_T)$$

Así, generalmente cuando se desea estimar un modelo de series temporales, es preciso resolver dos problemas prácticos: el no conocimiento de ciertos valores previos de la variable y de los errores necesarios para derivar los estimadores (problema de valores iniciales) y el de la no linealidad de la estructura de la ecuación a estimar (problema de no linealidad).

Para solucionar el problema de valores iniciales Hernández y Herrador mencionan que hay dos soluciones, la primera: “se pueden estimar los parámetros partiendo de valores numéricos arbitrarios para los valores iniciales desconocidos (enfoque condicional). La segunda, incluye estos valores en el propio proceso de estimación, obteniendo conjuntamente éstos con las estimaciones de los parámetros (enfoque no condicional o exacto)”. Mientras que el problema de la no linealidad sólo aparece cuando el modelo a estimar tiene componentes de media móvil ($q \geq 1$) y dada la propia estructura del MA que toma los valores anteriores para realizar el cálculo complica la linealidad del modelo, es decir:

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= W_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} = W_t + \hat{\theta}_1 W_{t-1} + W_t + \theta_1^2 \varepsilon_{t-2} \\ \varepsilon_t &= W_t + \hat{\theta}_1 W_{t-1} + \hat{\theta}_1^2 W_{t-2} + \hat{\theta}_1^3 W_{t-3} + \dots + \hat{\theta}_1^{t-1} W_1 \varepsilon_0\end{aligned}$$

Con lo que dificulta la linealidad dado que los parámetros del mismo no son lineales. Por lo que no es posible obtener una solución analítica a los estimadores y en su lugar se utilizan métodos numéricos iterativos.

Diagnóstico y evaluación. En esta tercera etapa se busca validar o contrastar el modelo que se ha estado estimando, es decir, buscamos evaluar si el modelo estimado se ajusta a los datos en forma razonablemente buena. Para ello se cuenta con un amplio conjunto de criterios estadísticos, los cuales se presentan a continuación.

Bondad de ajuste. Debido a que en la etapa de identificación se postula más de un modelo tentativo, en esta etapa se busca averiguar si aquellas consideraciones en las medidas y criterios calculados se adecuan a la serie original. Entre los criterios de este tipo se encuentran la varianza de los residuos:

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{(\sum \varepsilon_t^2)}{T}$$

y el coeficiente de determinación:

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_W^2} \right)$$

El coeficiente de determinación lo utilizamos como estadístico del grado de ajuste de un modelo, siendo mejor el ajuste cuanto más cercano esté a uno. También son de gran utilidad los estadísticos el Criterio Bayesiano de Schwartz (SBC, por sus siglas en inglés) y el Criterio de Información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés), que ayudan en la comparación de modelos de cuál se acopla mejor acorde a la información y a la pérdida asociada en los grados de libertad.

La formación de los índices es de la siguiente manera (Enders, 1995):

- $AIC = T \ln(\text{residual de la suma de cuadrados}) + 2n$
- $SBC = T \ln(\text{residual de la suma de cuadrados}) + n \ln(T)$

Donde:

$n =$ es el número de parámetros estimados
 $T =$ es el número de observaciones utilizadas.

El criterio de selección se da en comparación con el valor menor del índice en relación a los modelos que se quiera cotejar, es decir, se tomará del menor valor, lo que equivale a decir que es el que tiene el mejor ajuste, donde el índice puede tomar valores negativos (Enders, 1995).

Análisis de los coeficientes estimados. En esta etapa se busca comprobar la estacionariedad, invertibilidad y la significancia estadística en los rezagos incorporados. Teniendo en cuenta las propiedades asintóticas de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios, los estadísticos *t de student* pueden utilizarse para probar significancia individual de cada uno de los coeficientes hasta p y q . Es decir, se consideran los contrastes que permiten rechazar o no la nulidad de los parámetros calculados mediante pruebas de hipótesis (Hernández y Herrador, 2000).

Análisis de los residuos. En esta etapa se incluyen todas aquellas medidas estadísticas que verifican si los residuos de la estimación, en cuanto a su aproximación a los valores del proceso de ruido cumplen satisfactoriamente las características exigidas por el proceso de ruido blanco, por lo que se comprueba que los residuos satisfacen:

$$\varepsilon_t \rightarrow N(0, \sigma^2)$$

En esta etapa se recomienda graficar los residuos de la serie para verificar que tengan media cero y varianza constante. Por lo que si estos no son constantes será preciso volver a la especificación del modelo y estabilizar la varianza a través de la transformación Box-Cox. Además, graficar ayudará a que se reconozcan si existen sesgos sistemáticos en los errores, así como valores anormalmente altos (*outliers*) lo que supondría que la solución obtenida para el modelo no es válida. Sin embargo, esto únicamente ayudará a la detección en los residuos, no obstante, este apartado se enfoca en el conjunto de medidas a las que se debe prestar interés para detectar dependencia entre los residuos. Es decir, se busca analizar si los residuos se encuentran correlacionados entre sí. Por lo que será necesario retomar lo que se mencionó anteriormente de FAC y FACP.

FAC.

$$\rho(k) = \frac{y(k)}{\sqrt{y(0)}\sqrt{y(0)}} = \frac{y(k)}{y(0)}$$

FACP.

$$\tau_k = Corr [y_t - E(y_t|y_{t-1}, \dots, y_{t-k+1}), y_{t-k}]$$

Una vez que se hayan calculado los valores de FAC y FACP es necesario que se representen gráficamente, incluyendo las bandas de confianza, de forma que cada coeficiente que no supere los límites de la banda de confianza se ha de aceptar que es cero. Por lo que si cae dentro de la banda de confianza se determina que los términos son nulos, por lo que es un indicio para aceptar que el modelo estimado cumple una de las características básicas que lo definen (Hernández y Herrador, 2000). Adicionalmente, se puede proceder con ayuda de estadísticos incluidos en la paquetería o software, como las pruebas Box-Pirce o Lung-Box, donde la validación es la siguiente:

$$H_0 = \rho_1 = 0 \rightarrow \text{Autocorrelación}$$

Cuando no hay un rechazo de la hipótesis nula para los rezagos de la serie, indica que en el ruido blanco presenta autocorrelación. Por lo que, dado un intervalo de confianza del cinco por ciento, en todos los rezagos, el valor debe ser mayor a 0.05.

Otro aspecto de análisis en los residuos es la validación estadística del modelo que refiere a la normalidad de los residuos.

$$H_0 = \text{Normalidad de los residuos}$$

Su comprobación se basa acudiendo al cálculo de los coeficientes de simetría y curtosis de los residuos, expresados respectivamente como:

$$g_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}} \quad y \quad g_2 = \left(\frac{m_4}{m_2^2} \right) - 3$$

Donde;

$$m_j = \frac{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^j}{T} \text{ que es el momento respecto a la media de orden } j$$

Cuando estos coeficientes son aproximadamente cero;

$$\left\{ \begin{array}{l} g_1 \in \left[-2 \left(\frac{6}{T} \right); 2 \left(\frac{6}{T} \right) \right] \\ g_2 \in \left[-2 \left(\frac{24}{T} \right); 2 \left(\frac{24}{T} \right) \right] \end{array} \right\} \text{ No rechazamos } H_0$$

Alternativamente, también puede contrastarse esta hipótesis acudiendo al estadístico Jarque-Bera que define una prueba de normalidad en función de los coeficientes de simetría y curtosis. El cual se distribuye según una χ^2 con 2 grados de libertad, lo que supone que, siempre que el valor alcanzado sea menor que el valor crítico correspondiente de la distribución χ^2 , por lo que se puede tomar como válida la hipótesis de normalidad. (Hernández y Herrador, 2000).

Por último, una vez que se realizaron las transformaciones a la serie original, en el presente paso, debemos observar si el ruido blanco no presenta problemas de heterocedasticidad. Para ello, se utilizan diferentes pruebas estadísticas, como el test de Breusch-Pagan o el test de White; este último es de utilidad ya que quita la forma funcional por algún problema de normalidad. Cabe mencionar que la prueba de hipótesis del test es:

$$H_0 = \sigma_t^2 = \sigma^2 \rightarrow \text{No hay presencia de heterocedasticidad}$$

Con ayuda de un programa estadístico, para la determinación de la presencia o no de heterocedasticidad viene dada por si el estadístico es mayor que el valor crítico.

Predicción. Esta última etapa consiste en pronosticar un periodo futuro a partir del modelo seleccionado que es respaldado por los resultados calculados de la serie original y que servirá para comprobarse con los que vayan acontecer. En ella, según el grado de adecuación que se dé entre valores reales y previstos, se rechaza (vuelta a la etapa de identificación) o se acepta definitivamente el modelo estimado.

Hasta aquí, hemos visto modelos univariados y sus características, beneficios y utilidad. Sin embargo, muchas variables, especialmente económicas, tienen un comportamiento que dependen del movimiento de otras, por lo que es menester ver la teoría al respecto. En el siguiente sub-apartado, tomaremos en consideración la interacción de dos o más variables, así como sus respectivos rezagos enfocados principalmente al modelo tipo vector autorregresivo (VAR). Donde la variable endógena está en función de sí misma con sus respectivos rezagos, aunado a la explicación por otras variables, las cuales pueden ser exógenas o endógenas y poseer sus propios rezagos como explicativos para la variable a la que queremos explicar.

II.II.II. Ecuaciones Simultáneas

Antes de entrar en el modelo tipo vector autorregresivo, empezaremos con una introducción a ecuaciones simultáneas. Primero, en los modelos clásicos multivariantes, uno de los supuestos fundamentales es la ortogonalidad entre las variables independientes y el término del error. La ortogonalidad en sentido geométrico supone que el producto de dos vectores, siendo éstos perpendiculares, deben tener producto igual a cero, es decir, formando un ángulo de noventa grados. Para economía, y en econometría, como ya se mencionó, las variables explicativas tienen este comportamiento con los términos de error; lo que emana decir, que hay un efecto de causalidad o causa-efecto. Las variables independientes causan o provocan a la variable dependiente (Gallego, 2008). Sin embargo, no hay incidencia recíproca, es decir, variaciones en la variable dependiente no causan a la variable explicativa o independiente. De modo que se habla de una interrelación entre variables, dicha dependencia mutua es común en el área de economía. Ya que, la mayoría de las variables dependen del movimiento de otras y, de esta manera tenemos un sistema de variables simultáneas.

De esta manera, no es posible estimar de manera independiente una ecuación univariable sin tomar en cuenta la información de las demás ecuaciones en un sistema dado. En ecuaciones simultáneas, tenemos dos tipos de ecuaciones; endógenas y predeterminadas; las variables endógenas son aquellas en las que sus valores están dentro del modelo, mientras que, en variables predeterminadas, sus valores están determinados fuera del modelo, estas pueden ser variables exógenas (en tiempo actual o con algún rezago) o variables endógenas rezagadas, ambas son variables no estocásticas (Gujarati, 2010). Para poder ilustrarlo, consideremos en general "M" variables dependientes ($y_t, y_{2t}, y_{3t}, \dots, y_{mt}$) en relación con "k" variables predeterminadas ($x_t, x_{2t}, x_{3t}, \dots, x_{kt}$), y ($\epsilon_t, \epsilon_{2t}, \epsilon_{3t}, \dots, \epsilon_{it}$) las perturbaciones en cada ecuación, es decir, un proceso de ruido blanco (Regúlez, 2008). En forma matricial, este proceso se puede ilustrar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} a_{11}y_{1t} + a_{12}y_{2t} + \dots + a_{1m}y_{mt} + \beta_{11}x_{1t} + \beta_{12}x_{2t} + \dots + \beta_{1k}x_{kt} &= \epsilon_{1t} \\ a_{21}y_{1t} + a_{22}y_{2t} + \dots + a_{2m}y_{mt} + \beta_{21}x_{1t} + \beta_{22}x_{2t} + \dots + \beta_{2k}x_{kt} &= \epsilon_{2t} \\ a_{m1}y_{1t} + a_{m2}y_{2t} + \dots + a_{mm}y_{mt} + \beta_{m1}x_{1t} + \beta_{m2}x_{2t} + \dots + \beta_{mk}x_{kt} &= \epsilon_{mt} \end{aligned}$$

De modo que:

$$Ay_t + \beta x_t = \epsilon_t, t= 1, 2, \dots, T$$

Donde:

$$y_t = \begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{mt} \end{pmatrix}, x_t = \begin{pmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \\ \vdots \\ x_{kt} \end{pmatrix}, \epsilon_t = \begin{pmatrix} \epsilon_{1t} \\ \epsilon_{2t} \\ \vdots \\ \epsilon_{mt} \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1k} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{m1} & \beta_{m2} & \dots & \beta_{mk} \end{pmatrix}$$

Las ecuaciones anteriores, en su forma desarrollada o matricial, se les conoce como ecuaciones estructurales; dichas formulas muestran la *estructura o el comportamiento de un agente económico* (Gujarati, 2010), es decir, recogen las relaciones entre todas las variables sean endógenas o exógenas (Regúlez, 2008). En términos estadísticos, el proceso de ruido blanco cumple con los supuestos de distribución independiente en forma de una normal. Siendo un ruido blanco, tiene estacionariedad en la media [$E(\epsilon_t)=0$], varianza constante y ausencia en la autocorrelación.

Por otro lado, al momento de resolver el sistema, obtenemos una ecuación en forma reducida; dicha ecuación simplemente expresa la variable endógena en función de variables predeterminadas y las perturbaciones, donde esconden las relaciones de simultaneidad del sistema (Gallego, 2008). Para ilustrarlo, consideremos variables de política económica estatal, acorde a la presente tesis. Consideremos un ejemplo hipotético, en que la inversión pública (y) está en función de las participaciones federales (x), en el momento t. A su vez, las participaciones federales están en función de la inversión pública y el producto interno bruto estatal (w), de modo que tenemos una relación de simultaneidad. De forma que llegaremos a ecuaciones en forma estructural:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + u_{1t}$$

$$x_t = a_1 y_t + a_2 w_t + u_{2t}$$

En su forma reducida:

$$y_t = \pi_0 + \pi_1 w_t + \epsilon_1$$

$$x_t = \pi_2 + \pi_3 w_t + \epsilon_2$$

Siendo:

$$\pi_0 = \frac{\beta_0}{1 - a_1 \beta_1}$$

$$\pi_1 = \frac{a_2\beta_0}{1 - a_1\beta_1}$$

$$\pi_2 = \frac{a_1\beta_0}{1 - a_1\beta_1}$$

$$\pi_3 = \frac{a_2}{1 - a_1\beta_1}$$

$$\epsilon_1 = \frac{u_{1t} + \beta_1 u_{1t}}{1 - a_1\beta_1}$$

$$\epsilon_2 = \frac{a_1 u_{1t} + u_{2t}}{1 - a_1\beta_1}$$

Sin embargo, para la estimación de los coeficientes resulta inconsistente por Mínimos Cuadrados Ordinarios. En los supuestos en los métodos de MCO en los modelos uniecuacionales, tenemos como vimos la ortogonalidad, además, de la no correlación entre la (s) variable (s) independiente (s) o exógenas, ello por lo que los estimadores no son consistentes. Un estimador es eficiente, dado que en su límite de la probabilidad (plím) es semejante al valor poblacional a medida que aumenta el tamaño de la muestra (Gujarati, 2010). Es decir, es un sesgo en la regresión. Ya que no se toma en cuenta la información adicional y/o relación de simultaneidad.

En un sistema de ecuaciones simultáneas, si una de las variables explicativas está correlacionada con el término de error, la estimación por MCO es inconsistente y sesgada, con el ejemplo hipotético que construimos, la estimación por MCO, dada una relación de simultaneidad entre la inversión pública y las participaciones federales, el término y_t estará correlacionado con el término u_{2t} , de modo que se debe recurrir a otra forma o formas de estimación para lograr una aproximación. Ya que, los coeficientes π en las ecuaciones en su forma reducida se conocen como los multiplicadores de impacto porque miden el impacto inmediato sobre la variable endógena de un cambio unitario de valor de la variable exógena (Gujarati, 2010). Antes de abordar el tema de la identificación de las ecuaciones, es vital verificar si existe una relación de simultaneidad entre las variables dependientes. Para ello, se utiliza la Prueba de Hausman; dicha prueba pone como hipótesis nula la no simultaneidad (y por lo tanto, la no correlación entre las variables explicativas y la perturbación o error), de modo que la correlación debe ser cero asintóticamente si es que no se rechaza la hipótesis nula, entonces, el término y_t no tiene correlación con el término u_{2t} . Si el estadístico supera el límite de confianza, hay simultaneidad entre las variables.

Ahora, tenemos el problema de la identificación de las ecuaciones. Dicho problema destaca, ya que la identificación sirve para saber si la ecuación que estamos estimando en la forma reducida, puede dar solución a la forma estructural, es decir, *una ecuación estructural es identificable si no existe ninguna combinación lineal de ecuaciones estructurales que sea indistinguible de ella* (Gallego, 2008). Gujarati, 2010, menciona que *una ecuación en una forma reducida dada puede ser compatible con diferentes ecuaciones estructurales o con diferentes hipótesis (modelos) y puede ser difícil decir cuál es la hipótesis (modelo) se está investigando*. El autor pone de ejemplo el modelo de oferta y demanda, donde el problema es saber si en verdad se está estimando la ecuación de la demanda o de la oferta y no otra que no se estaba considerando. Para ello, tenemos tres tipos de identificación:

- Identificación precisa o exacta o exacta: Con mucha frecuencia la posibilidad de identificar una ecuación depende de si excluye una o más variables que están incluidas en otras ecuaciones del modelo. Es recomendable que se tengan los mismos coeficientes tanto en la forma estructural y en la reducida para que se pueda realizar una estimación única.
- Sobre identificación: Existencia de demasiada información, es decir, es la situación en la que hay dos estimaciones del coeficiente para uno o más coeficientes estructurales.
- Sub identificación: Se tiene una carencia de información, lo cual produce que se obtengan menores coeficientes en la forma reducida, dando mayores coeficientes en la forma estructural.

Existen reglas para determinar si el sistema de ecuaciones simultáneas está identificado. La condición de orden determina que para que una ecuación estructural sea identificable, es que el número de variables predeterminadas excluidas sea mayor o igual al número de variables endógenas incluidas menos uno (Gallego, 2008). Es decir, debe de cumplir con la siguiente condición (Gujarati, 2010):

$$K - k \geq m - 1$$

Donde:

K = número de variables predeterminadas en el modelo

k = número de variables predeterminadas en una ecuación dada

M = número de variables endógenas en el modelo

m = número de variables endógenas en una ecuación dada

O también:

$$M - 1$$

La primera condición aplica para el sistema de ecuaciones simultáneas. Por otro lado, para saber si una ecuación está identificada, en un modelo con M ecuaciones simultáneas, la ecuación está exactamente identificada si se excluye M menos uno variables, tanto endógenas como predeterminadas, esta forma de identificación se le conoce como criterio de exclusión (Gujarati, 2010). Dadas estas condiciones, tenemos las siguientes conclusiones:

- Si $K - k = m - 1$, la ecuación estará exactamente identificada.
 - Si $K - k > m - 1$, la ecuación estará sobre identificada.
 - Si $K - k < m - 1$ la ecuación estará sub identificada.

En esencia, el problema de la simultaneidad surge porque algunas de las variables regresoras son endógenas y es posible que estén correlacionadas con el término de perturbación. Esta identificación se logra aplicando la prueba de Hausman o bien; primero, realizar una regresión de MCO para así obtener los residuos estimados de la primera ecuación y; segundo, realizar una segunda regresión con la segunda ecuación y se compara el término de error de esa ecuación con su propio residuo calculado. Para que así se realice una prueba de hipótesis del término estimado del residuo calculado.

Una vez que tenemos identificada la ecuación, procedemos a la estimación por métodos de información completa (métodos uniecuacionales),

El primer método es proceder a los MCO o modelos recursivos, para poder aplicarlos, el sistema de ecuaciones debe de cumplir con ciertos requisitos; el primero de ellos es que no exista correlación contemporánea, ello quiere decir que las covarianzas en las perturbaciones sean cero. El segundo requerimiento es que haya una discriminación o exclusión en las variables endógenas en las diferentes ecuaciones del sistema, esto quiere decir que, si formamos una matriz (de parámetros) donde las filas sean el número de ecuación y las columnas las variables endógenas, esta debe de mostrar la diagonal principal en la unidad y los valores por arriba de ella deben ser cero (Gujarati, 2010). Para la aplicación de este tipo de modelo, es algo complicado, ya que para formar un modelo que cumpla con los requisitos no es común, aparte de hablar de una coherencia si tenemos un sustento teórico del comportamiento entre las variables endógenas. Asimismo, debe de mostrar una relación de causa-efecto (debido a la no correlación entre el error y las variables explicativas), lo cual, en las ecuaciones simultáneas no es común ver, debido a la relación entre ellas.

Otro recurso es aplicar el método de Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI), para esta estimación es necesario o forzoso que las ecuaciones estén perfectamente identificadas. Dado este supuesto, se procede a la estimación por MCO ecuación por ecuación, una vez que se obtengan los valores de los coeficientes, dichos coeficientes ayudarán al cálculo de los valores de los parámetros en las ecuaciones estructurales, ya que éstas son exactamente identificables y también son consistentes por el hecho de que las variables explicativas están predeterminadas y por lo tanto no están correlacionadas en el término de error. Con ello, se logra una correspondencia uno a uno entre los coeficientes de la forma estructural y los coeficientes en la forma reducida (Gujarati, 2010). Con este método se puede usar MCO a la ecuación en la forma reducida y a partir de estos coeficientes se estiman los coeficientes estructurales originales.

Por último, tenemos la construcción de Mínimos Cuadrados en dos etapas (MC2E), el cual es un método eficiente dado que puede aplicarse a ecuaciones exactamente identificadas o sobre identificadas. Donde se da un proceso de “purificación” de la correlación entre el error y las variables explicativas (que como vimos anteriormente, si existe simultaneidad, hay correlación entre la perturbación y las variables explicativas). Para ello se crea una variable instrumental de apoyo.

Para empezar, se estima una regresión (de una ecuación) solamente con sus variables predeterminadas. Siguiendo el ejemplo de Gujarati, 2010. Se realiza una regresión de y_t sobre x_{1t} y x_{2t} . Teniendo la siguiente regresión:

$$y_{1t} = \pi_0 + \pi_1 x_{1t} + \pi_2 x_{2t} + u_t$$

Construimos una variable llamada y_{1t}

$$y_{1t} = \pi_0 + \pi_1 x_{1t} + \pi_2 x_{2t}$$

De modo que

$$y_{1t} = y_{1t} + u_t$$

La ecuación anterior consta de dos partes, la primera engloba una combinación de las variables no estocásticas y la segunda parte, el término de error, de modo que y_{1t} y u_t no tienen correlación alguna.

Para seguir con los pasos de MC2E, lo que sigue es un reemplazo en la ecuación sobre identificada (lo cual indica que hay más ecuaciones que variables) por nuestra variable representante o instrumental. Con lo que tenemos que y_{1t} no tiene correlación con u_t^* (siendo u_t^* una combinación del error o perturbación de la primera ecuación con la segunda ecuación sobre identificada). Así, aplicando MCO a la ecuación sobre identificada, los estimadores resultan consistentes y a medida que crece la muestra, dichos valores convergen a los valores reales de la población (Gujarati, 2010).

Éste último procedimiento, es de gran utilidad, ya que simplifica el proceso y asimismo ayuda a una estimación más precisa que los métodos anteriores. Otro de los procesos para que la estimación por MC2E sea eficiente, es que nuestra R^2 en la primera etapa, debe ser alta. Con ello, podemos tener claro una mejor probabilidad en la estimación en la segunda etapa. De lo contrario, si presenta una R^2 en la primera etapa, es más probable que haya una correlación con el término de error en la segunda etapa, por lo que resultaría ineficiente estimar por MCO dicha etapa. Asimismo, los errores deben tener una distribución normal, y cumplir con los requerimientos de estacionariedad (Gujarati, 2010).

II.II.III. Modelo vector auto regresivos (VAR)

En el presente apartado, como ya se mencionó, distinguiremos la interacción de dos o más variables y sus características en los modelos VAR. Su beneficio recae en la existencia de simultaneidad entre un bloque de variables, y la ocurrencia a lo largo de un período determinado. (Novales, 2014). La estimación del presente modelo se puede realizar a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), donde las características de influencia en las variables endógenas y exógenas se mantienen como se explicó en el apartado de ecuaciones simultáneas.

En otras palabras, los modelos VAR utilizan un sistema de ecuaciones simultáneas de forma reducida, con tantas ecuaciones como series a analizar o predecir pero que en él no se distingue entre las variables endógenas y exógenas. Así cada variable es explicada por los retardos de sí misma (como un modelo AR) y por los retardos de las demás variables. Configurando, un sistema de ecuaciones autoregresivas, conocidas como Vector Autoregresivo (VAR). Para entender un poco más sobre este modelo, se presenta el siguiente ejemplo: sean la interacción de dos variables endógenas con un retardo cada una:

$$Y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}Y_{1t-1} + \beta_{12}Y_{2t-1} + \mu_{1t}$$

$$Y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}Y_{1t-1} + \beta_{22}Y_{2t-1} + \mu_{2t}$$

Donde Y_{1t} e Y_{2t} son las variables endógenas. Y los términos μ_{1t} y μ_{2t} son los parámetros del choque, donde tiene un proceso de ruido blanco con esperanza matemática cero y varianza constante. (Enders, 1995). Como se puede apreciar, ambas ecuaciones son afectadas así mismas, es decir, son endógenas, ello permite la simultaneidad entre distintas variables que no son realmente independientes. La ventaja de ver este tipo de modelos es que pueden utilizarse variables no estacionarias. Sin embargo, se presentan dos dificultades (Novales, 2014):

- Genera inconsistencia en la estimación de MCO debido a la simultaneidad.
- Choques auto correlacionados, al tratarse de un modelo dinámico.

Dada la estructura de las múltiples relaciones que se obtienen por las interacciones entre varias variables, es necesario realizar un proceso de identificación o separación de los efectos de cada variable. Esto se resuelve postulando variables que tengan una simultaneidad en determinadas ecuaciones, es decir, que tengan una lógica en su ser. Por otro lado, el segundo problema se resuelve al ampliar la estructura dinámica del modelo hasta que la auto correlación de los errores desaparezca (Novales, 2014). El ejemplo con que venimos trabajando, se puede describir mediante álgebra matricial:

$$\begin{pmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_{1t-1} \\ Y_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mu_{1t} \\ \mu_{2t} \end{pmatrix}$$

$$y_t = \mathcal{A}_0 + \mathcal{A}_1 y_{t-1} + \mathbb{u}_t$$

Siendo y_t el vector de variables a consideración. \mathcal{A}_0 la matriz de parámetros constantes, \mathcal{A}_1 la matriz de los parámetros, y_{t-1} las variables rezagadas un período y μ_{1t} el vector de términos de choques.

Especificación del Modelo VAR

Dado lo anterior mencionado, para lograr una correcta estimación de un modelo VAR, es necesario realizar una correcta especificación. Es decir, se deben de seleccionar el número de rezagos. Esto se logra mediante una aproximación mediante el estadístico de máxima verosimilitud, dada la siguiente razón (Novales, 2014):

$$\lambda = (T - K)(\ln |\Sigma_R| - \ln |\Sigma_{SR}|)$$

Donde $|\Sigma_R|$ y $|\Sigma_{SR}|$ son los determinantes de las matrices de covarianzas de los modelos restringidos y sin restringir. La prueba, o la hipótesis nula refiere que el modelo VAR dado en un rezago “t” es mejor especificado que un modelo con un rezago alternativo. Cada rezago tiene un valor asociado de log de máxima verosimilitud. A manera de ejemplo: si se tiene un modelo VAR(1) con tres variables, entonces, los parámetros (k) a estimar serán nueve, es decir:

$$\begin{aligned} VAR(1), k &= 9 \\ VAR(2), k &= 18 \\ VAR(3), k &= 27 \end{aligned}$$

Por lo que cada vez que se ingrese un rezago en el modelo, la cantidad de parámetros a estimar será mayor. A la par, si consideramos que nuestras observaciones son 80 ($n = 80$), el comportamiento será de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} VAR(1), n &= 79 \\ VAR(2), n &= 78 \\ VAR(8), n &= 72 \end{aligned}$$

De esta manera, conforme aumenta k , n disminuye, provocando que se pierdan grados de libertad ($n - k$), haciendo que las pruebas estadísticas carezcan de significancia. Novales (2014) menciona que no es recomendable la interacción de varias variables, debido a la pérdida en la significancia, así como un gran número de coeficientes a estimar. Asimismo, podemos poner en interacción modelos, donde, tengamos

variables endógenas, y en cada una de las ecuaciones aparezca una variable exógena. O también, el modelo VAR se puede acotar a un modelo más restringido, donde Y_{2t} sea totalmente exógena y no dependa de movimientos o shocks en Y_{1t} y únicamente dependa de sus propios rezagos, como si fuese un modelo ARMA. Todo lo anterior se realiza únicamente para la especificación del modelo VAR, una de las recomendaciones que se da en la especificación es lo relativo al número de rezagos de las variables explicativas (Enders, 1995). Asimismo, se deben de tomar en cuenta, aspectos como la información y su criterio en la selección de variables, las condiciones de estacionalidad e información adicional inservible.

También existe otra forma de acercarnos al mejor modelo en especificación, el cual consiste en revisar las funciones de autocorrelación de los errores, mediante los estadísticos Ljung-Box¹¹ para observar el comportamiento de ellos (Novales, 2014). Realizando el gráfico, resulta de una mejor utilidad para ver el comportamiento de la autocorrelación de los residuos. Por último, tenemos los criterios de información, que ya hemos mencionado en apartados anteriores, como son los criterios de Akaike (AIC) y Schwartz (BIC). Los estadísticos se calculan para una sucesión de modelos con distinto número de rezagos, se realiza una comparación y se toma el criterio de menor de los valores (Enders, 1995).

Causalidad de Granger

Por otro lado, la causalidad en el sentido de Granger es la noción de causalidad que se basa en la asimetría de la correlación entre variables que son estocásticas. La esencia recae en que una variable exógena causa a otra variable endógena, si el conocimiento de los valores pasados de la exógena permite un mejor pronóstico de y_t que el obtenido con un conjunto de información determinado (incluyendo valores pasados de y_t). Dado un par de variables aleatorias, siempre es posible evaluar cuál antecede a la otra a partir de la observación de la matriz de correlaciones desfasadas correspondientes. (Granger, 1969). Es decir, se analiza la significancia de los rezagos de la variable explicativa, sea endógena o exógena. Por ello, es de importancia, hacer hincapié en las pruebas con diferentes rezagos y a la vez cumplan con una simetría en la información. Cabe destacar que la noción de causalidad se refiere a una precedencia temporal de relación entre variables y que estas pruebas de causalidad sólo permiten aceptar o rechazar causalidad directa (trayendo consigo un incremento en la capacidad predictiva). Sin embargo, estas pruebas no permitirán rechazar la existencia de una causalidad indirecta como consecuencia de la omisión de otras variables relevantes en el análisis.

Para explicar de mejor manera la Causalidad de Granger se presenta este ejemplo donde se considera un modelo autoregresivo de dos variables x_1 y x_2 :

$$x_1(t) = \sum_{j=1}^p A_{11j}x_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{12j}x_2(t-j) + E_1(t)$$

$$x_2(t) = \sum_{j=1}^p A_{21j}x_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{22j}x_2(t-j) + E_2(t)$$

Donde:

p = Es el número máximo de observaciones retrasadas en el modelo

A = Es la matriz de coeficientes del modelo

¹¹ El estadístico o prueba Ljung-Box (LB), se utiliza para comprobar la significancia estadística de los coeficientes de autocorrelación, es decir, la base de datos o la muestra se distribuye de manera independiente (Gujarati, 2010)

$E_1, E_2 =$ Son las perturbaciones para cada una de las series

Si la varianza de E_1 (o E_2) es reducida por la inclusión de los términos x_2 (o x_1) en la primera o la segunda ecuación, entonces se dice que x_2 (o x_1) causa x_1 (o x_2). En términos de la causalidad de Granger: x_2 causa x_1 si los coeficientes en A_{12} son conjuntamente significativos si y sólo si son distintos de cero (aunado que tengan el signo apropiado acorde a la teoría económica). De esta manera, la identificación de causalidad se puede comprobar realizando una *prueba F* tomando como hipótesis nula que $A_{12} = 0$, teniendo en consideración que los supuestos en covarianza son estacionarios en x_1 y x_2 (Seth, 2007).

Otra característica es la llamada 'cointegración'. Según Johansen la mayor parte de las series de tiempo son no estacionarias y las técnicas convencionales de regresión basadas en datos no estacionarios tienden a producir resultados espurios. Sin embargo, las series no estacionarias pueden estar cointegradas si alguna combinación lineal de las series llega a ser estacionaria. Es decir, la serie puede deambular, pero en el largo plazo hay fuerzas económicas que tienden a un equilibrio. Por lo tanto, las series cointegradas no se separarán muy lejos unas de otras debido a que ellas están enlazadas en el largo plazo (Mata, 2012).

O bien, se tiene una combinación lineal de variables presentan similitud entre ellas, es decir, existe una relación a largo plazo donde hay cierta sincronía en los movimientos de las variables, siendo estas variables no estacionarias, y deben tener el mismo orden (Catalán, 2011). La cointegración es un término diferente a correlación entre dos o más variables, puede haber correlación sin necesariamente haber cointegración, por lo tanto, las regresiones espurias referenciadas en el apartado 2.11.A, son totalmente diferentes a ecuaciones que están cointegradas. Inclusive, si realizamos un gráfico puede ser o aparentar que dos variables están relacionadas entre sí, pero no pueden tener alguna cointegración necesariamente. Para clarificarlo, utilizaremos la siguiente ecuación, donde consideraríamos la cointegración entre Y_{1t} e Y_{2t} :

$$Y_{1t} = \beta_0 + \beta_1 Y_{2t} + \mu_{1t}$$

La estimación se realiza con MCO, lo que hace esta metodología es minimizar la varianza, con ello da como resultado la estimación anterior. Ahora bien, se dice que las variables a considerar la cointegración lo obtenemos a través de β_1 , que es muestra la constante de integración a largo plazo (Novales, 2014). Supongamos que nuestra regresión resulta estadísticamente significativa y con una correlación alta, para comprobar que existe cointegración, se deben analizar los errores. Obtenemos una serie de errores a través del tiempo y si estos son estacionarios, significa que las variables a considerar tienen cointegración entre sí. Sin embargo, al momento de hacer el contraste de la cointegración, se espera la detección de relaciones a largo plazo entre diversas variables del modelo. Por lo que, en la elección de los datos se debe ser prudente y meticuloso, ya que si el período resulta muy corto o muy amplio se puede sesgar el resultado e incluso llegando a regresiones meramente espurias.

El procedimiento de Johansen menciona que en las variables $I(1)$ y $I(0)$ indican integración de orden uno y cero, respectivamente. Por lo que será necesario realizar pruebas para verificar la existencia de raíces unitarias para que de esta manera se coloquen en un vector autoregresivo a partir del cual se puede probar la existencia de una o más combinaciones lineales $J(U)$ o vectores de cointegración. De esta manera, el orden de integración se refiere al número de veces que se debe de diferenciar una serie de tiempo (calcular su primera diferencia) para convertirla en una serie estacionaria. Una vez que se empiecen a realizar las primeras diferencias en las ecuaciones, se podrán obtener los siguientes resultados:

- Una serie de tiempo será integrada de orden d , la cual se denota $I(d)$, si después de diferenciarla d veces se convierte en estacionaria.
- Las series que son estacionarias sin diferenciar se denominan $I(0)$, es decir, son ruido blanco.
- Si se calcula la primera diferencia de una serie y ésta se vuelve estacionaria, se dice entonces que la misma está integrada en orden $I(1)$, random walk.
- Si la integración se alcanza después de calcular la segunda diferencia, se dirá que la serie está integrada de orden 2, es decir $I(2)$.
- Si una combinación lineal de dos variables $I(1)$ genera errores $I(0)$, se dice que las dos variables están cointegradas (Mata, 2010).

II.II. IV. Modelo de Corrección de Error Vectoriales (VEC)

La transformación de un modelo VAR (1), el cual sus variables (sean x_t e y_t) son estacionarias $I(0)$ y siendo VAR (1) la variable X_t está en función del primer rezago de sí misma y del primer rezago de y_t e igual manera se aplica para y_t , se puede realizar la estimación por MCO. Esto se visualiza de la siguiente manera:

$$y_t = \beta_{10} + \beta_{11}y_{t-1} + \beta_{12}x_{t-1} + \mu_{yt}$$

$$x_t = \beta_{20} + \beta_{21}y_{t-1} + \beta_{22}x_{t-1} + \mu_{xt}$$

Sin embargo, si la serie resulta no estacionaria $I(1)$ y a su vez no presenta cointegración. La forma de resolverlo es aplicando primeras diferencias:

$$y_t - y_{t-1} = \beta_{11}(y_{t-1} - y_{t-2}) + \beta_{12}(x_{t-1} - x_{t-2}) + \mu_{\Delta y t}$$

$$x_t - x_{t-1} = \beta_{21}(y_{t-1} - y_{t-2}) + \beta_{22}(x_{t-1} - x_{t-2}) + \mu_{\Delta x t}$$

A lo que viene siendo igual:

$$\Delta y_t = \beta_{11}\Delta y_{t-1} + \beta_{12}\Delta x_{t-1} + \mu_{\Delta y t}$$

$$\Delta x_t = \beta_{21}\Delta y_{t-1} + \beta_{22}\Delta x_{t-1} + \mu_{\Delta x t}$$

De esta forma, Δy_t y Δx_t son procesos $I(0)$, de forma que se puede estimar a través de MCO. Sin embargo, ocurre una cuestión que se puede encontrar y comúnmente dar. Puede ser el caso, en que las series son no estacionarias $I(1)$, pero cointegradas. De forma que, si se realiza modificaciones para que estas sean estacionarias, se pierde información valiosa de la cual forma parte la cointegración (Novales, 2014). Con ello, se introduce la modificación VEC, siguiendo con el ejemplo anterior, la relación de cointegración es la siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + e_t$$

Los residuos estimados son:

$$\hat{e}_t = \hat{y}_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_t$$

Siendo $\hat{e}_t \sim I(0)$, la relación cointegrada no estacional, se resuelve aplicando primeras diferencias, añadiendo los residuos estimados:

$$y_t - y_{t-1} = \alpha_{11}(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-1}) + \mu_{\Delta y t}$$

$$x_t - x_{t-1} = \alpha_{21}(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-1}) + \mu_{\Delta x t}$$

Reordenando términos

$$y_t = (\alpha_{11} + 1) y_{t-1} - \alpha_{11} \beta_0 - \alpha_{11} \beta_1 x_{t-1} + \mu_{\Delta y t}$$

$$x_t = \alpha_{21} y_{t-1} - \alpha_{21} \beta_0 - (\alpha_{21} \beta_1 - 1) x_{t-1} + \mu_{\Delta x t}$$

En el modelo de corrección de errores, las variables son estacionarias, por lo que las propiedades de estimar por MCO se pueden aplicar, preservando la cointegración (Novales, 2014). Los coeficientes α_{11} y α_{21} se denominan términos de corrección de error, y aparecen en las ecuaciones con un determinado signo. El modelo VEC, conservando la cointegración, mide la parte de cambio de una variable predeterminada y la velocidad de cambio (parte de corrección de error de cointegración). En las ecuaciones de los modelos VEC aparecen retardos en todas las variables (en diferencia) y tantos signos de error como relaciones de cointegración (Novales, 2004).

II.II.V. Pruebas de raíz unitaria

Como se mencionó anteriormente, es necesario cerciorarse que la serie de tiempo tenga una raíz unitaria, para lograr esto es necesario aplicar la prueba de Dickey-Fuller, la cual nos ayudará a comprobar la estacionariedad (o no estacionariedad). Este análisis parte de la siguiente ecuación:

$$Y_t = \rho y_{t-1} + \epsilon_t$$

$$-1 \leq \rho \leq 1$$

Donde ϵ_t es el ruido blanco. Y dado que es necesario estimar la regresión por MCO se logra realizando una prueba t . Por lo cual es necesario restar y_{t-1} en ambos lados de la ecuación para así obtener:

$$y_t - y_{t-1} = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + \epsilon_t$$

$$= (\rho - 1) y_{t-1} + \epsilon_t$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \epsilon_t$$

Dickey-Fuller probaron que según la hipótesis nula de que $\delta = 0$, el valor estimado t del coeficiente y_{t-1} sigue un estadístico τ . Por lo que la prueba de decisión se planteará:

$$H_0: \delta = 0$$

$$H_1: \delta \neq 0$$

Donde si se rechaza la prueba de hipótesis la serie de tiempo es no estacionaria y existe una raíz unitaria (Gujarati, 2010). Sin embargo, cuando el término ϵ_t no es correlacionado o para series de tiempo más robustas y mucho más complicadas existe la Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF). Esta prueba es un número negativo. Mientras más negativo sea el estadístico ADF, más fuerte es el rechazo de la hipótesis nula sobre la existencia de una raíz unitaria. Su expresión matemática es:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta T + \delta y_{t-1} + \gamma \sum_{i=1}^{\rho} y_{t-i} + \epsilon_t$$

Este estadístico es de utilidad cuando la prueba Dickey-Fuller no pueda corregir la correlación serial de los residuos. El propósito de los residuos tiene como finalidad asegurar que los mismos tengan un comportamiento de ruido blanco (Mata, 2012).

Otro tipo de prueba para raíces unitarias es el Test de Phillips-Perron (PP), donde hay una extensión de la prueba Dickey-Fuller. En esta prueba, *supone que el proceso generador de datos es del mismo tipo que en Dickey-Fuller Aumentado, pero el proceso u_t no es necesario ruido blanco* (Pérez, 2006). Es decir, la prueba PP permite que los errores sean débilmente dependientes y se distribuyan de manera heterogénea (Enders, 1995). Para lo cual, la hipótesis nula es que al menos habrá una raíz unitaria en el proceso, es decir, serie no estacionaria en la media. Contrario a la hipótesis alterna que menciona un proceso estacionario en la tendencia. Las condiciones que maneja la prueba son:

$$E[u_t] = 0 \quad \forall t$$

$$\text{Sup. } E_t |u_t|^{2\beta} < \infty, \text{ para } \beta > 2$$

$$T \rightarrow \infty, \sigma^2 = \lim E[T^{-1}S_T^2], \text{ siendo } \sigma^2 > 0, \text{ con } S_T = u_1 + u_2 \dots + u_t$$

$$u_t \text{ tiene coeficientes } \alpha_m \text{ que satisfacen } \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_m^{1-2/\beta} < \infty$$

Estas condiciones permiten un proceso con heterocedasticidad (Pérez, 2006). La prueba utiliza métodos estadísticos no paramétricos para evitar la correlación serial en los términos de error, sin añadir términos de diferencia rezagos, como lo utiliza la prueba Dickey-Fuller aumentada, (Gujarati, 2010). En los paquetes informáticos realizan dichos estadísticos, la expresión y demostración es compleja (Enders, 1995). Por lo que, fijando el intervalo de confianza, puede realizarse pruebas para PP.

Otra prueba alternativa es Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), que se utiliza para probar la estacionariedad tendencial, la media aumenta o disminuye en el tiempo, sin embargo, la serie converge de nuevo a la media tendencial, donde la hipótesis nula menciona que la varianza del término *random walk* es nulo, y por otro lado, la hipótesis alterna, la serie es integrada (Pérez, 2006). El procedimiento es el siguiente; se toman los residuos $e_1, t = 1, 2, \dots, T$ del resultado de regresar la serie y_t , de la que se desea conocer su orden de integrabilidad, contra una constante y una tendencia lineal (Del Barrio, Del Sur y Suriñach, 2001). Eso nos lleva a

$$y_t = \alpha + \beta t + u_t$$

Donde σ^2 es la estimación de la varianza de la regresión. Se define la suma parcial de los residuos como:

$$S_t^2 = \sum_{i=1}^t e_i$$

El estadístico de la prueba es el siguiente:

$$KPSS = T^{-2} \sum S_t^2 / s^2$$

Donde:

S^2 es la suma de los residuos MCO de la variable frente a una constante y tendencia temporal.
 s^2 es el estimador de varianza de los errores.

Con la paquetería estadística, se realiza el test con un nivel de varianza, por lo general, del cinco por ciento, para así aprobar o rechazar la hipótesis nula.

Una vez que se explicaron los puntos relevantes de qué son los modelos VAR, su estructura, identificación, causalidad, cointegración y algunas pruebas claves para lograr una óptima estimación. Es precisamente el momento de mencionar los conceptos claves de la estimación que se realiza por MCO. Por ello es necesario recordar que se deben de cumplir el teorema de Gauss-Markov:

- **Normalidad:** $U_t \sim N(\mathbf{0}, \sigma)$. El cual, elude a que si los errores del VAR no se distribuyen como una normal es indicador de que la estimación no es una buena representación del proceso generador de datos. Por ello se realiza una prueba estadística, la conocida prueba Jarque-Bera para saber si se cumple o no con el supuesto. Esta se debe de aplicar tanto a nivel individual, es decir, para cada ecuación del sistema y después se suman los resultados individuales para obtener la prueba en conjunto.
- **Autocorrelación:** $Cov(U_t, U_{t-1}) = \mathbf{0}$. La prueba de autocorrelación es importante para los VAR ya que permite mejorar la especificación del modelo en términos del número de rezago óptimo. Para ello, es necesario identificar el problema de Autocorrelación, utilizando la prueba LM, que se basa en las estimaciones de una regresión auxiliar sobre los errores:

$$\widehat{U}_t = A_0 + A_1 y_{t-1} + \dots + A_k y_{t-k} + D_1 \widehat{U}_{t-1} + D_2 U_{t-2} + \dots + D_h U_{t-h} + \epsilon_t$$

Planteado las siguientes pruebas de hipótesis:

$$H_0: D_1 \dots D_h = 0$$

$$H_1: D_j \neq 0$$

Sí no se rechaza H_0 esto implica que no hay autocorrelación de los errores.

- **No heterocedasticidad:** $Var(U_t) = \sigma^2$

II.II. VI. Función Impulso respuesta

El análisis de impulso respuesta *indica la respuesta dinámica de la variable dependiente en el sistema VAR ante choques en los términos de error de todas las variables endógenas, excluyendo efectos de las variables que expresamente asignamos como exógenas*. Es decir, de manera intuitiva, al tener una tendencia, si aplicamos un choque en un momento del tiempo, dado que tenemos un sistema bien identificado y estable, el sistema saldrá de su trayectoria, empero, después de cierto periodo, dicha tendencia regresa a la trayectoria original. Si no es caso, no tendría sentido económico ni estadístico, la estimación del sistema (Loría, 2007). De forma que, si la serie no vuelve a la tendencia original, hay un problema en la especificación o hay otras variables que inciden sobre el error. Una forma de resolver es ortogonalizar el término error, el cual, consiste en hacer independientes los errores en las diferentes ecuaciones, es decir, eliminar el problema de la autocorrelación de los errores mediante ortogonalizar la matriz de varianzas y covarianzas.

Es decir, si tenemos en el vector ε_t correlación, no tendrá significado o sentido realizar un choque en alguno de los errores. Ya que, por ejemplo, tenemos correlación (en un modelo VAR de dos ecuaciones) de ε_{1t} y ε_{2t} , y se le aplica un choque a $\varepsilon_{20} = 1$, mientras que $\varepsilon_{10} = 0$. Teniendo correlación positiva, si ε_{20} aumenta, entonces ε_{10} también tiende a moverse, por lo que *no es claro qué significado puede asociarse a la función impulso respuesta* (Montenegro, 2010). En caso de que nos encontremos con una alta correlación en los errores, recurrimos como se mencionó en el párrafo pasado en la ortogonalización de los errores. La metodología comúnmente usada es la descomposición de Cholesky (Novales, 2014). Dicha metodología consiste en asimilar una matriz cuadrada Σ (vectores característicos) igual a una matriz con ceros superior a la diagonal principal P por una matriz traspuesta con ceros inferior a la diagonal principal P' (Montenegro, 2010). Esto es:

$$\Sigma = PP'$$

Para este procedimiento, es de suma importancia el ordenamiento en que se distribuyen las variables, ya que *el modelo resuelve siguiendo la línea de causalidad que se asignó en la especificación; por lo que un cambio en la presentación de las ecuaciones bien podría conducir a simulaciones distintas* (Loría, 2007). Una de las sugerencias al respecto, menciona Montenegro, 2010 que *se deberá colocarse primero en el VAR aquella variable con precedencia; esto es, aquella que parece tener un efecto contemporáneo sobre las otras*. Ello también implica inevitablemente establecer una restricción parametral, donde tiene su soporte en la teoría o en la evidencia empírica o colocarlo de forma arbitraria. Sin embargo, si el sistema presenta una correlación baja o nula en el vector de errores, el ordenamiento de las variables es irrelevante, es decir, ante una mayor correlación, mayor será el efecto del cambio del propio ordenamiento (Novales, 2014).

Existen otras formas de ortogonalizar los errores, como el procedimiento de Pesaran y Shin, sin embargo, la metodología de Cholesky ofrece una buena solución. Una vez que tengamos una baja o nula correlación de los errores, se generan las funciones impulso respuesta, la cual genera una gran cantidad de números, debido a que se calculan los impactos futuros sobre cada variable del modelo, el impulso en un determinado error se puede repetir para los errores en cada una de las ecuaciones del modelo, es por

ello, que se representan (así como en la paquetería estadística) en varios gráficos, donde cada cuadro emula las respuestas a través del tiempo de una determinada variable a un impulso en cada uno de los errores. De modo que se tiene tantos gráficos como variables, así cada uno con tantas curvas como variables (Novales, 2014). De forma que, gráficamente se concluye si el sistema es estable o decae en el tiempo debido al choque.

Loría, 2007 recomienda utilizar varias decenas de choques para modelos trimestrales, con la finalidad de observar la evolución de los choques, y la estabilidad dinámica del modelo VAR, de lo contrario puede incluso haber una raíz mayor a la unidad que provoca una incongruencia en el modelo, sin sentido económico e incorrecta especificación estadística. El propio autor menciona que *no tiene sentido económico pensar que, ante una perturbación, cualquiera que sea, el sistema explote, ya que esto significaría que nunca más volvería a ubicarse en otro equilibrio. Serán las fuerzas económicas de los mercados, la acción de los agentes y/o la intervención de las instituciones económicas las que impedirán que eso ocurra* (Loría, 2007). La tentación de estas funciones impulso respuesta, da el atractivo para evaluar, concluir y proponer políticas económicas sobre ciertos temas de relevancia social, política y económica.

II.II.VII. Descomposición de la varianza.

El análisis de descomposición de varianzas es un complemento del análisis impulso respuesta, ya que permite medir en diferentes horizontes de tiempo el porcentaje de volatilidad que registra una variable por los choques de los demás. De esta manera es posible asignarle un peso específico a cada uno en cuanto a la volatilidad que le genera a la variable endógena en cuestión para cada momento del tiempo. (Loría, 2007).

Por otro lado, la descomposición de la varianza del error de predicción establece la posibilidad de descomponer la expresión de la varianza del error de predicción de una variable de manera que sepamos cuál es la contribución del shock de la misma variable y de las otras variables. Es decir, se busca saber qué porcentaje de la varianza de predicción de x_{it} se debe a su propio ε_{it} y qué porcentaje se debe al error de cada una de las otras variables (Montenegro, 2010). La descomposición es similar al proceso de las funciones de impulso respuesta, en donde tomamos en consideración una ortogonalización en los términos de error y estos dependerán de la matriz P. Dicho proceso de descomposición se presenta a continuación:

$$\sum n + t = \sum + B_1 \sum B'_1 + B_2 \sum B'_2 + \dots + B_{T-1} \sum B'_{T-1}$$

Dicha ecuación muestra que $\sum n + t$ la matriz de varianza covariancia del error de predicción supone que los coeficientes de las matrices B son conocidos. A la par, si tomamos la concición de $\sum = PP'$ que se mencionó en la sección anterior obtenemos que:

$$\begin{aligned} \sum n + t &= PP' + B_1 PP' B'_1 + \dots + B_{T-1} PP' B'_{T-1} \\ &= \Psi_0 \Psi'_0 + \Psi_1 \Psi'_1 + \dots + \Psi_{T-1} \Psi'_{T-1} \end{aligned}$$

Donde $\Psi_k = B_k P$. El i –ésimo elemento de la diagonal de $\Psi_k \Psi'_k$ es igual a la suma de los cuadrados de los elementos de la fila i –ésima de Ψ_k . Mientras que la suma de todos los i –ésimo

elementos de las diagonales de las matrices, $\Psi_0\Psi'_0, \dots, \Psi_{T-1}, \Psi'_{T-1}$, es la varianza del error de predicción de la i –ésima variable. De esta manera, es posible asignar la contribución de los errores de todas las variables a la varianza de la i –ésima variable.

II.III. Apéndice Capítulo II.

Descomposición Wold.

Este teorema fue propuesto por el profesor H. Wold en 1938. En el que propone que todo proceso estocástico débilmente estacionario con media finita, que no contenga componente determinista, puede escribirse como una función lineal de variables aleatorias incorrelacionadas; de las cuales, una de sus partes es determinista D_t que se expresa mediante una función lineal de valores pasados de las variables de interés y un proceso puramente aleatoria de infinitos términos W_t que expresa una combinación lineal de ruidos pasados, en la que la suma de sus coeficientes al cuadrado tienen suma finita. Es decir, lo que se busca es realizar una descomposición de un proceso lineal general, aunque sus componentes no precisamente sean lineales. (Hernández y Herrador, 2000)

$$Z_t = D_t + W_t$$

En donde se pueden realizar los siguientes operadores de diferencias para obtener la representación autoregresiva de la ecuación a desarrollar:

Diferencia regular (Δ)

$$\begin{aligned}\Delta Y_t &= Y_t - Y_{t-1} \\ \Delta^2 Y_t &= \Delta(Y_t - Y_{t-1}) = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}\end{aligned}$$

Diferencia estacional (Δ_s)

$$\Delta_s Y_t = Y_t - Y_{t-s}$$

Operador de retardos (L)

$$\begin{aligned}LY_t &= Y_{t-1} \\ L^2 Y_t &= Y_{t-2} \\ L^s Y_t &= Y_{t-s}\end{aligned}$$

CAPÍTULO III. LA ELECCIÓN PÚBLICA ANALIZADA CON SERIES DE TIEMPO, DOS CASOS: ESTADO DE MÉXICO Y SAN LUIS POTOSÍ.

Una vez analizada la parte teórica en relación con la economía pública, el ciclo presupuestal en México, así como la parte normativa que rige el Federalismo Fiscal, a la par, la teoría de la parte instrumental de las series de tiempo. Analizaremos lo relativo a dos entidades federativas: el Estado de México y San Luis Potosí. El porqué de estas dos entidades, es debido a que ambas tienen casi el mismo porcentaje de dependencia de ingresos federales, a través de participaciones, aportaciones y subsidios. A la vez, son dos entidades que no tienen gran disparidad en relación con diferentes estados como Nuevo León o Oaxaca, de modo que hace factible la comparación entre ambos.

Antes de pasar al análisis econométrico, daremos un panorama sobre la situación social, política y económica de la entidad, y su evolución a lo largo del tiempo, durante el período que comprende del 2000 a la actualidad o a la disponibilidad de los datos. Junto a ello, el análisis de las finanzas públicas de las entidades, ello servirá como ayuda para el análisis de las variables a tomar en los modelos econométricos que en su tiempo se retomará.

III.I. Análisis social, económico y político del Estado de México y San Luis Potosí

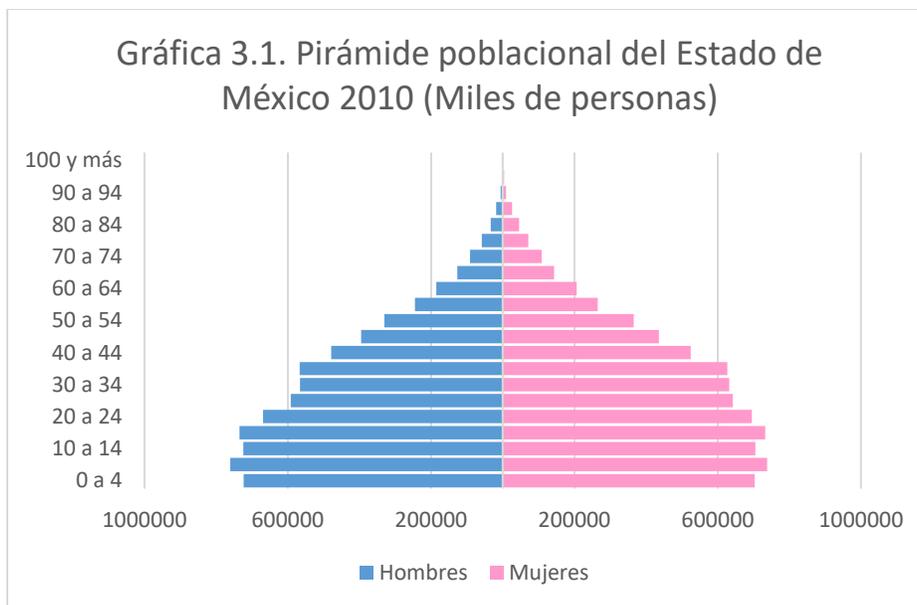
Estado de México

El Estado de México está situado en la zona central de la República Mexicana, colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; y al sur con Guerrero y Morelos; mientras que al este con Puebla y Tlaxcala; y al oeste con Guerrero y Michoacán, así como con la Ciudad de México al que rodea al norte, este y oeste. Cuenta con una extensión territorial de 22,551 kilómetros cuadrados, ocupando el lugar número 25 en extensión territorial respecto a los demás estados, representando el 1.09% del territorio total nacional. Tiene por capital la ciudad de Toluca de Lerdo y está conformado por 125 municipios.¹²

Población

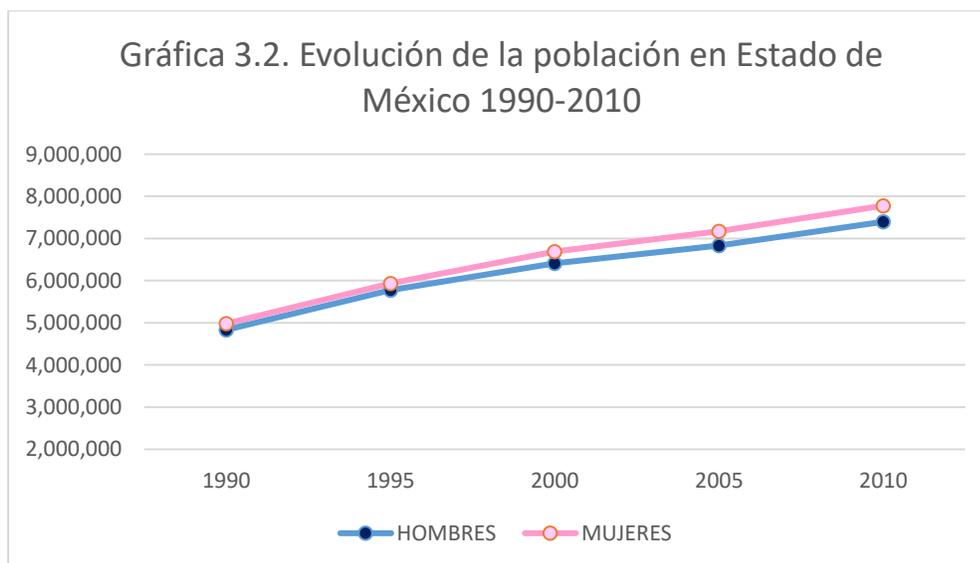
La situación demográfica del Estado de México para el 2016 fue de 16.7 millones de personas, según la CONAPO en su documento "Principales resultados de las Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050". Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl y Naucalpan de Juárez son los municipios en donde se encuentra concentrado la mayor parte de su población. La dinámica poblacional se representa en el siguiente gráfico:

¹² edomex.gob.mx. (24 de abril de 2017). Estadísticas e indicadores. Recuperado de: <https://edomex.gob.mx/indicadores>



Elaboración propia con datos del INEGI

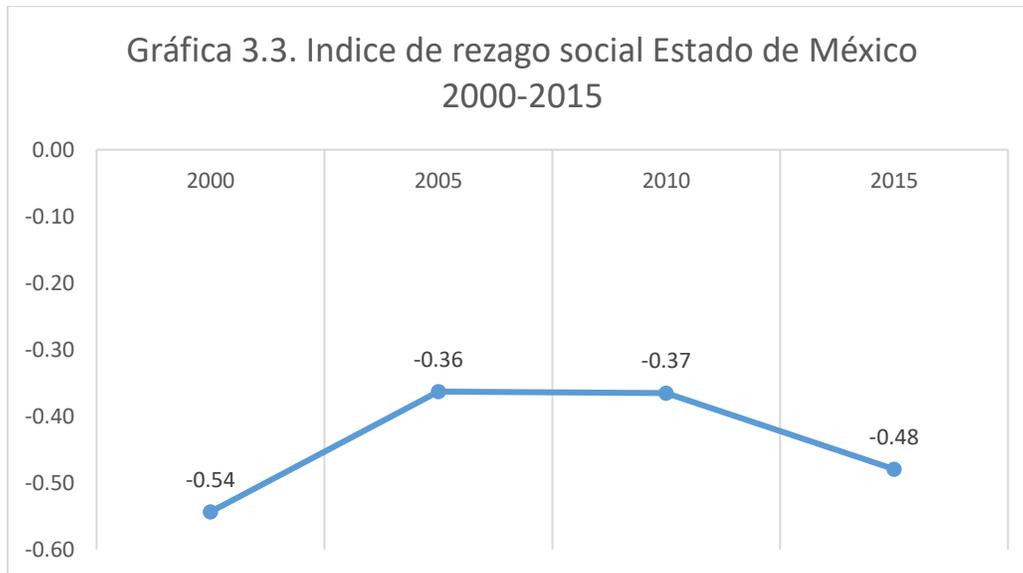
Las mujeres representan el 51%, mientras que los hombres con el restante 49%. Para el 2010 el grueso poblacional se encontraba de entre los 5 a los 39 años, con una participación del 62.6%. Dando entender que para el 2019, el grueso poblacional de la entidad debe de encontrarse oscilando de los 15 a 49 años, de esta manera podemos intuir que más de la mitad de la población cuenta con la edad suficiente para formar parte de la Población Económicamente Activa. Históricamente el crecimiento poblacional, tiene en promedio, una tasa de crecimiento de 11.6%.



Elaboración propia con datos del INEGI

Pobreza.

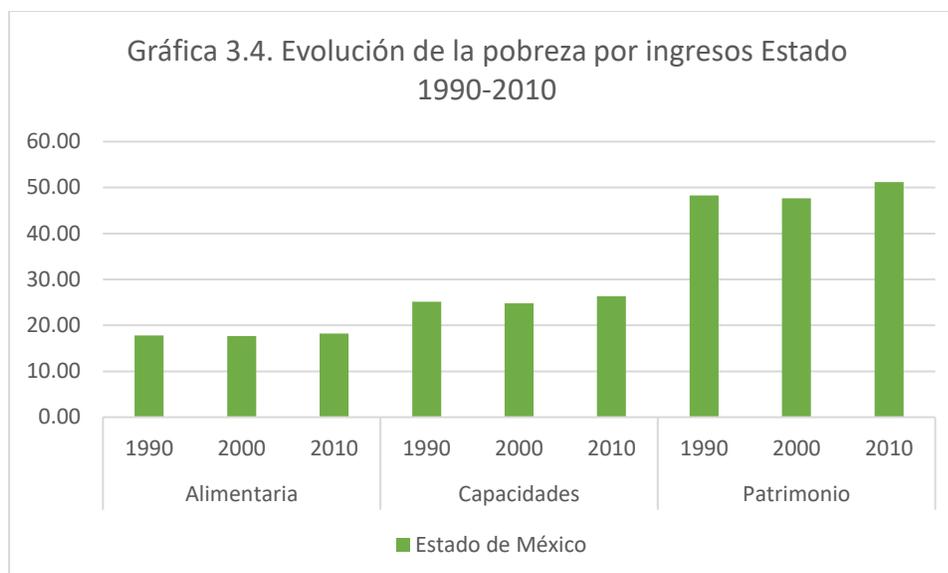
De acuerdo con el CONEVAL, una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social: rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación, además de que su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias. Mientras que la pobreza extrema es la situación en la que una persona se encuentra cuando presenta tres o más carencias sociales y no tiene un ingreso suficiente para adquirir una canasta alimentaria.¹³



Elaboración Propia con información de CONEVAL

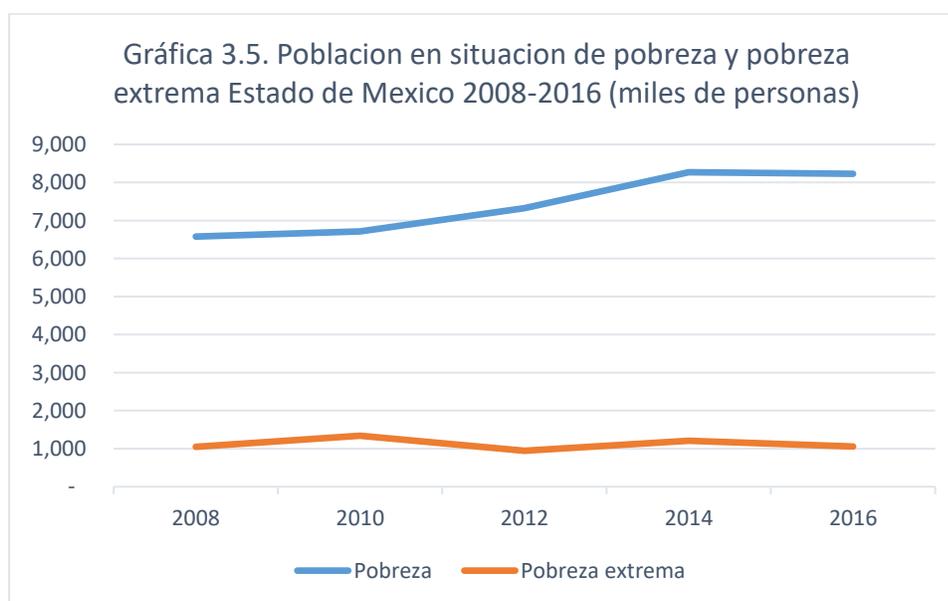
Según la clasificación del CONEVAL, la medición del índice de rezago social se clasifica en: Muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Para los cuatro años en consideración, al ubicarse por debajo del -0.30, el Estado de México se ha encontrado prácticamente los últimos 15 años con un grado de rezago social bajo ubicándose a nivel nacional en la posición vigésima segunda para el 2015. Para analizar más profundamente la evolución de la pobreza, se presenta el siguiente gráfico en donde se presenta la evolución de la pobreza por ingresos.

¹³ CONEVAL, 2019



Elaboración Propia con información de CONEVAL

Comparativamente para el año 2000 esta Entidad Federativa se ubicaba en el puesto 16 en la clasificación alimentaria y de capacidades. Para el 2010 dicha circunstancia se mantuvo ya que continuó en el mismo peldaño. Por otro lado, en la clasificación del patrimonio bajó una posición pasando del quinceavo al dieciseisavo. Aunado a lo anterior, en el 2008 la población en condición de pobreza era de 43.6% y para 2016 pasó 8.23 millones de personas, es decir 47.9% de la población total estatal. De ellos, en el 2008 cerca de 1.04 millones, representaron el 6.9% que en condiciones de pobreza extrema. Mientras que para el 2016 cerca de 1.05 millones (representa el 6.1% del total poblacional) viven en pobreza extrema. Bajo estos parámetros, esta Entidad ocupa el décimo segundo lugar entre las entidades federativas con mayor número de habitantes en situación de pobreza y pobreza extrema a nivel nacional (CONEVAL, 2016).



Elaboración Propia con información de CONEVAL

Economía

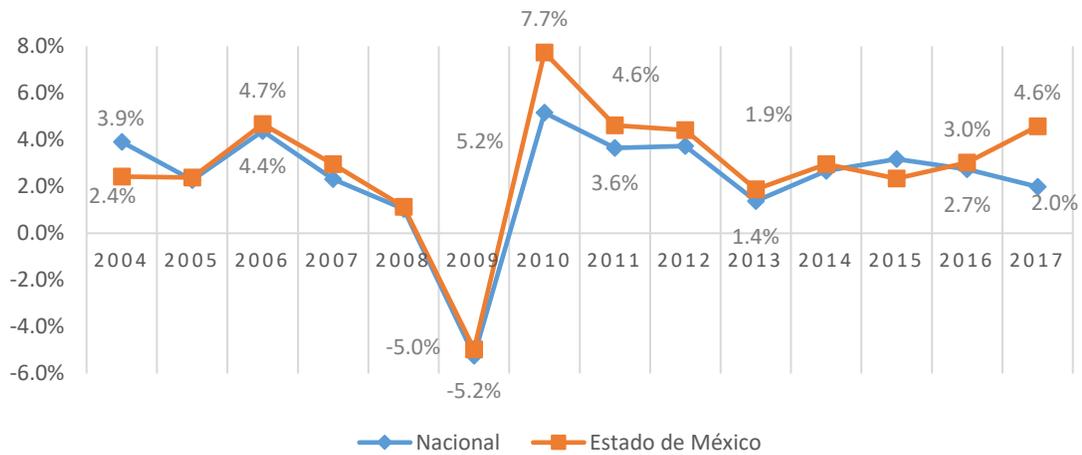
Las principales actividades económicas del Estado de México son: automotriz, alimentos y bebidas, químico-farmacéutico, textil y turístico. El sector automotriz ha aportado cerca del 9% del valor generado en la economía estatal, concentrando 283 unidades económicas de equipo y transporte. Generando para el periodo del 2007 al 2016 un crecimiento en las exportaciones de automóviles de 11.4%. Mientras que el sector del comercio aporta el 9.2% de valor generado en la economía estatal, concentrando 283 unidades económicas de equipo de transporte. Por último, el sector químico aporta el 7.3% del valor generado estatalmente generando un crecimiento medio anual de 2007 al 2017 de 4.5%.



Elaboración propia con datos del INEGI

En la gráfica 3.6 podemos identificar el desempeño de las tres actividades económicas de la Entidad, siendo las actividades secundaria y terciaria las que han tenido un comportamiento más estable a través del tiempo, caso a contrario a la actividad primaria ya que esta reporta una tasa de crecimiento de entre el 2004 al 2017 de -49.2%. Mientras que para el sector secundario se reporta una tasa media de crecimiento anual del 17%, resaltando como se mencionó en el párrafo anterior, la importancia que tiene la manufactura en este Estado. Por otro lado, las actividades terciarias reportan una tasa media de crecimiento anual de -1.05%. En énfasis, la economía estatal representa para el 2017 la segunda economía más grande del país, después de la Ciudad de México aportando cerca del 8.9% del PIB nacional, además de que se han colocado como líderes cuatro industrias manufactureras a nivel nacional. Históricamente el Estado de México se ha mantenido en segundo lugar como principal Entidad que aporta el PIB nacional, si tomamos en consideración información del 2004 al 2017, en promedio las tasas porcentuales de participación arrojan que la Ciudad de México absorbe el 17.1%, el Estado de México el 8.5% y Nuevo León y Jalisco 7.1% y 6.5% respectivamente por lo que se consolida como la segunda economía con mayor participación a nivel nacional. Esto se puede comprobar si analizamos las tasas de variaciones del PIB del Estado de México reflejado a nivel Nacional.

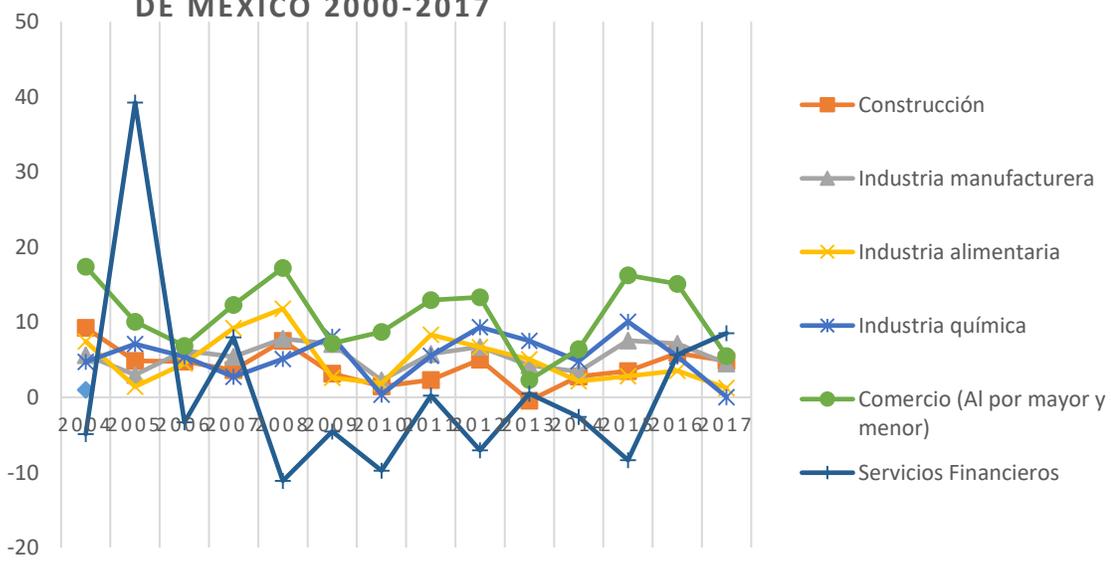
Gráfica 3.7. Variación anual del Producto Interno Bruto Nacional y Estado de México 2004-2017



Fuente: SEDECO. UIPPE con información del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En temas de ocupación y empleo, la Población Económicamente Activa (PEA), para el 2017 contiene un mercado laboral de 7.9 millones de personas, mientras que en temas de Inversión Extranjera Directa (IED) es el segundo Estado con mayor captación a nivel nacional, de los cuales más del 50% se invierte en la industria manufacturera (principalmente en el sector automotriz). Todo lo anteriormente mencionado se puede comprobar observando la gráfica 3.8 donde se desglosan los componentes de las actividades económicas, comprobando que el comercio y la industria alimentaria son los principales estimulantes de la economía del Estado de México.

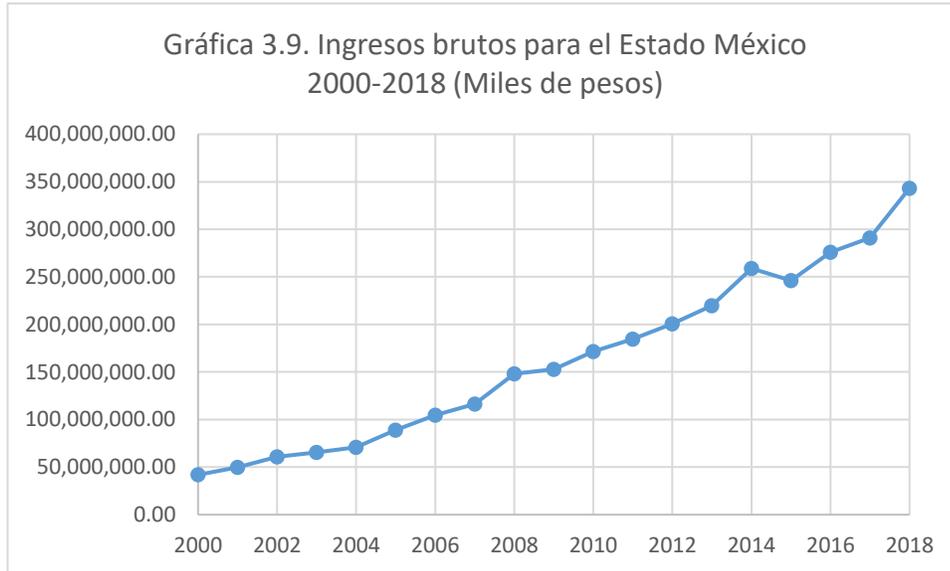
GRÁFICA 3.8. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL ESTADO DE MEXICO 2000-2017



Elaboración propia con datos del INEGI

Finanzas Públicas

Para este subapartado se presentan las cuentas de Ingreso y egreso del Estado de México. El desempeño de los ingresos para el Estado de México se puede observar de manera general en el gráfico 3.9 y de manera particular en el gráfico 3.10. Podemos observar que estos han tenido una tendencia positiva y creciente a lo largo del tiempo, reportando una tasa media de crecimiento del 12.65% anualmente.



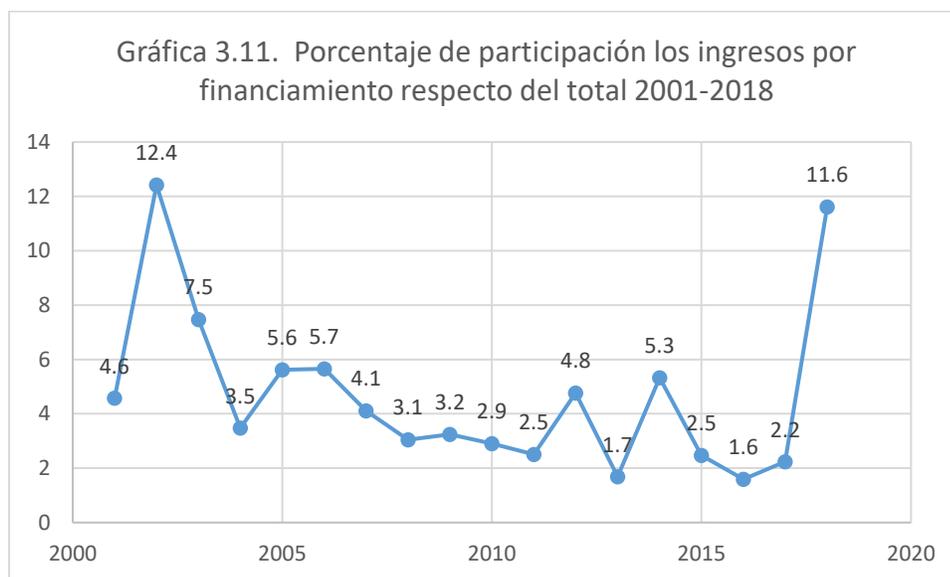
Elaboración propia con datos del INEGI

De ellos, el histórico de las Aportaciones Federales han tenido una mayor intervención en los ingresos brutos de la Entidad federativa, para el 2000 su participación era del 45% evolucionando al 2010 a 37.1% y en el 2018 del 32.5%. Por otro lado, las Participaciones Federales es el segundo peldaño de colaboración registrando en el 2000 un 48.7%, para el 2010 un 31.7%, mientras que para el 2019 un 36%. Esto indica que en el 2000 cerca del 94% de los ingresos eran dependientes de las transferencias que le asignaba el Gobierno Federal y que ahora en el 2018 esto se ha reducido al 68%.



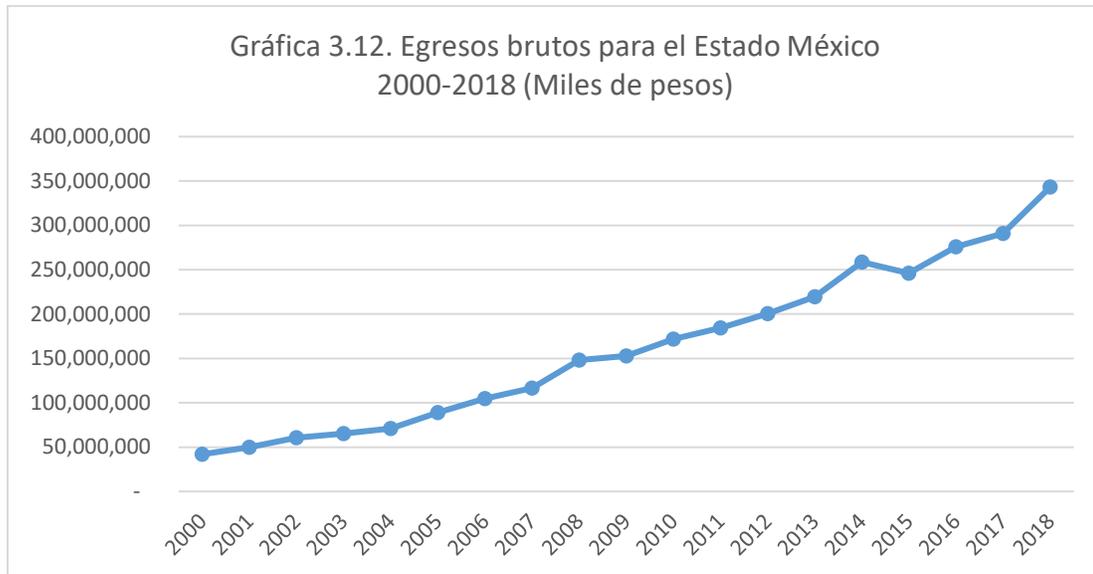
Elaboración propia con datos del INEGI

Este progreso de independencia al gobierno Federal se debe al desempeño que se ha registrado en la rúbrica de Otros ingresos, ya que han pasado en el 2000 de no participar a 9.07%, teniendo como años fuertes 2005 y 2010 alcanzando el 11.6% y 16.8% de participación respectivamente. El segundo factor importante son los ingresos por financiamiento, ya que pasó de una nula participación (según los datos del INEGI) al 12.3% en el 2018. En tercer lugar, se ubica el cobro de impuestos, pues ha aumentado su participación del 3.7% al 6.07% y en el cuarto lugar el cobro de aprovechamientos evolucionando del 2% en 2000 al 2.5% en el 2019. Cabe destacar que el financiamiento, al ser el segundo impulsor de los ingresos del Estado es necesario hacer una revisión de su evolución para posteriormente analizar la deuda pública de la Entidad. Históricamente se tiene una Tasa de crecimiento promedio de 4.70%



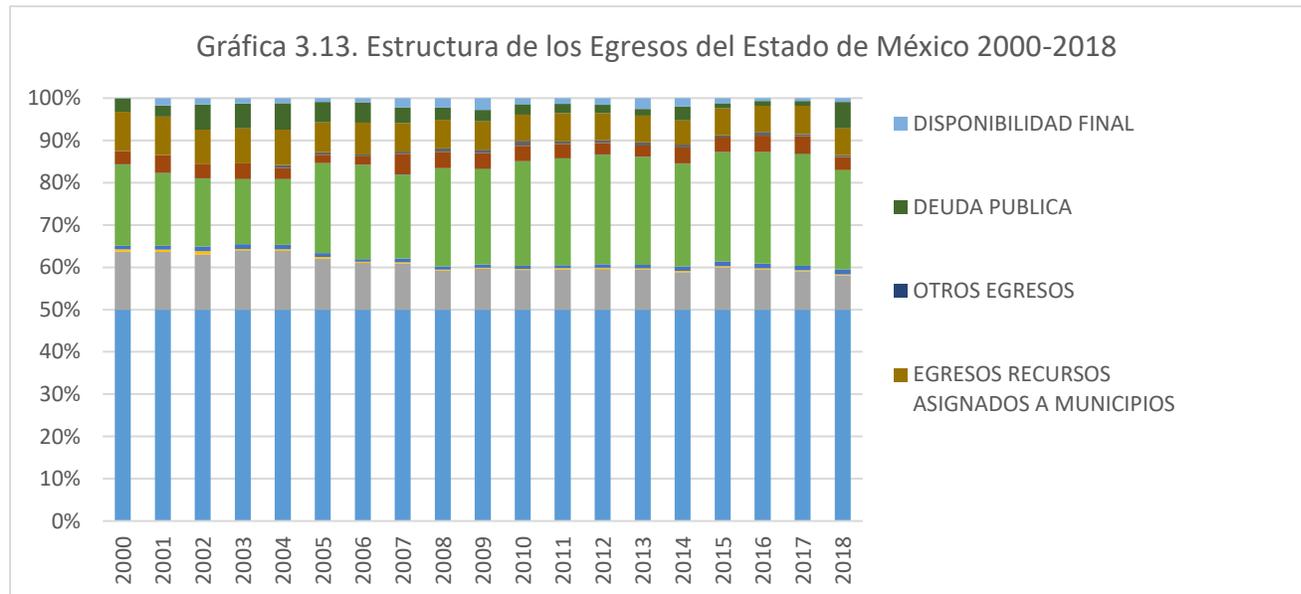
Elaboración propia con datos del INEGI

En cuanto a los egresos del Estado de México, registran una tasa media de crecimiento anual del 13%, lo cual indica que el Estado han estado aumentando año tras año, a continuación, se presenta gráfica que ilustra la evolución de los gastos.



Elaboración propia con datos del INEGI

El principal componente de los egresos para el Estado son las transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas, representando históricamente el 45.7% del total de los egresos, seguido de los servicios personales registrando una participación media del 2000 al 2018 del 21%, seguido por los egresos asignados a municipios con 14.7%, después la deuda pública con 7.17% y por último la inversión pública con 6.12%



Elaboración propia con datos del INEGI

Política

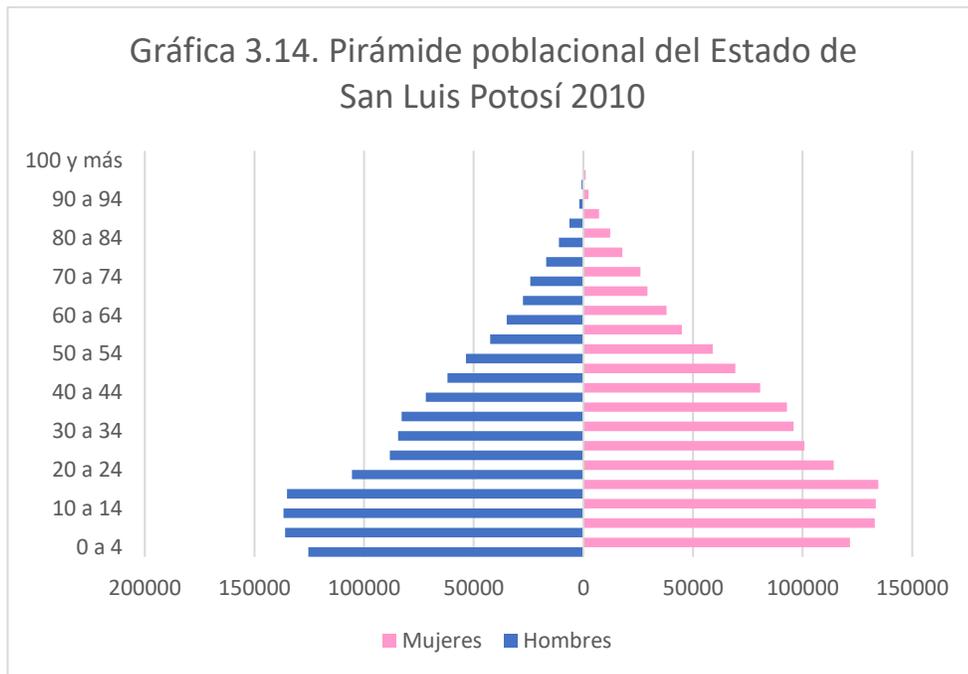
La población del Estado de México elige por medio del voto libre y secreto a su gobernador constitucional para un periodo de 6 años, este periodo gubernamental comienza el día 16 de septiembre del año de la elección y termina el 15 de septiembre después de haber transcurrido los seis años. El Partido Revolucionario Institucional (PRI) ha sido el partido predominante en la entidad federativa, ningún otro partido político ha podido ganar las elecciones. Desde 1925 a la fecha, el PRI ha ejercido el poder en el Estado de México. Del 2005 al 2011 el gobernador fue el C. Enrique Peña Nieto, para el sexenio 2011-2017 fue C. Eruviel Ávila Villegas y actualmente se encuentra Alfredo del Mazo Maza.

San Luis Potosí

El Estado de San Luis Potosí, está situado en el bajío de la República Mexicana, forma parte de la Altiplanicie de México, cuenta con un territorio de sesenta y tres mil, doscientos sesenta y ocho kilómetros cuadrados, es vigésimo quinto territorio más grande del país. Tiene como capital la Ciudad de San Luis Potosí, que forma parte de los 58 municipios de la Entidad.

Población

Para la última encuesta intercensal, San Luis tiene para el 2010 una población total de 2,717,820 de personas. Para datos del 2010, donde se puede observar lo siguiente:

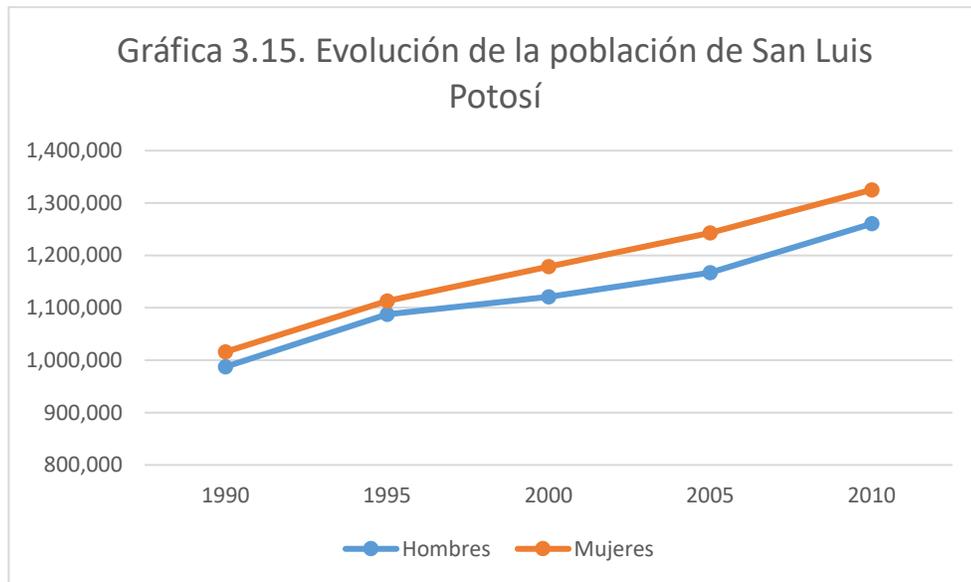


Elaboración propia con datos del INEGI

La distribución en edades, podemos observar que la población potosina es relativamente joven, teniendo su mayor peso los grupos de cero a cuarenta y cuatro años. La relación de dependencia en las últimas encuestas realizadas por el INEGI muestra una caída de treinta puntos en los últimos veinte años, llegando a representar esta población en 2015 el 58.0 por cien de la total. Sin embargo, el contraste del

indicador es la población en envejecimiento¹⁴, el cual para el 2015 ya ha duplicado la población que representaba en 1990, donde en ese año era de 16.6 por ciento, y para el último censo representa el 40.0 por ciento.

El crecimiento poblacional, tiene en promedio, una tasa de crecimiento de 6.61%, lo que muestra un ritmo acelerado de crecimiento de la población. Siendo esta una mayoría del sexo femenino, la evolución de la población desde 1990 es como se muestra en la siguiente gráfica:

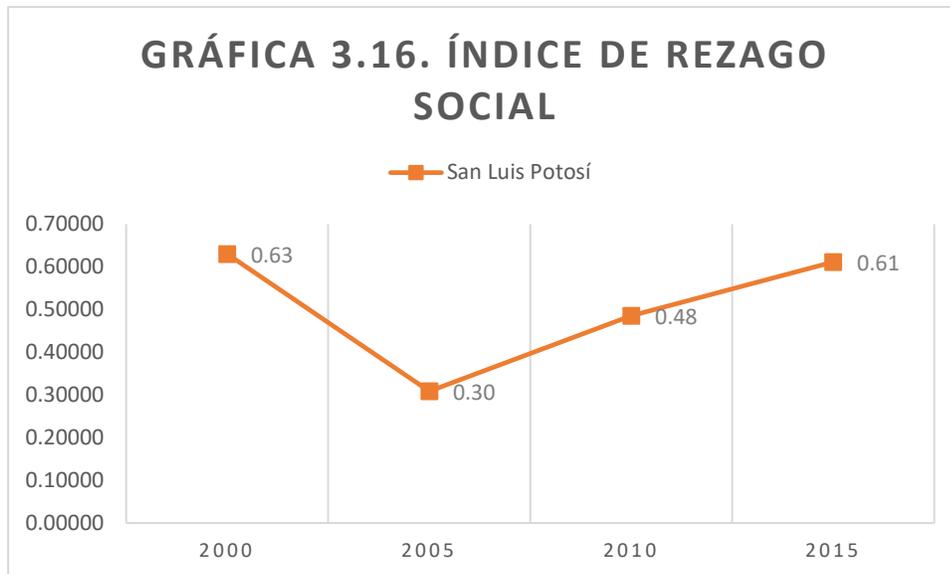


Elaboración propia con datos del INEGI

Pobreza

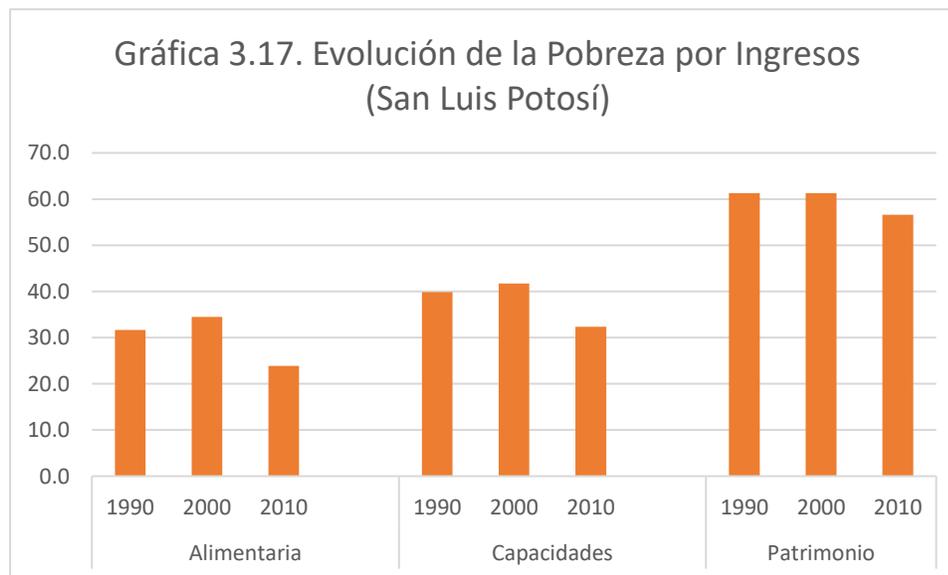
En tema de pobreza, San Luis Potosí ha estado estancado, debido a que el índice de rezago social, publicado por el CONEVAL, ocupa el séptimo lugar en el contexto nacional (siendo uno la Entidad con mayor rezago social), siendo la educación una de las mayores disparidades de la entidad, así como diversas carencias sociales. La evolución de este indicador no muestra avances ni retrocesos, como se muestra en la siguiente gráfica:

¹⁴ Número de personas adultas mayores (60 y más años de edad) por cada cien niños y jóvenes (0 a 14 años de edad)



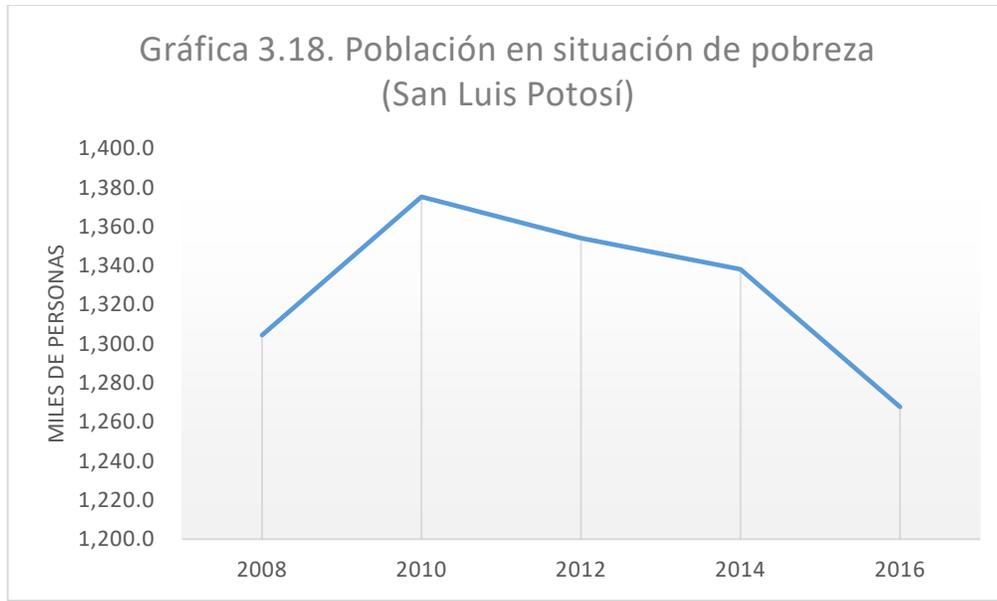
Elaboración Propia con información de CONEVAL

Observamos que la evolución de la pobreza por ingreso, en diferentes carencias sociales (alimentaria, capacidades y de patrimonio) no ha sufrido grandes cambios en las últimas encuestas de Población y Vivienda en términos porcentuales, realizada por el INEGI, vemos el comportamiento en la siguiente gráfica:



Elaboración Propia con información de CONEVAL

En términos porcentuales y absolutos. El Estado de San Luis Potosí bajo cinco puntos porcentuales su nivel de pobreza de 2008 al 2016. Pasando de 1, 304, 430 personas en esta situación a sólo 1, 267, 778 personas, es decir, en ocho años ha reducido en treinta y seis mil, las personas que afortunadamente salieron de la situación, la evolución por cada dos años del periodo es la siguiente:



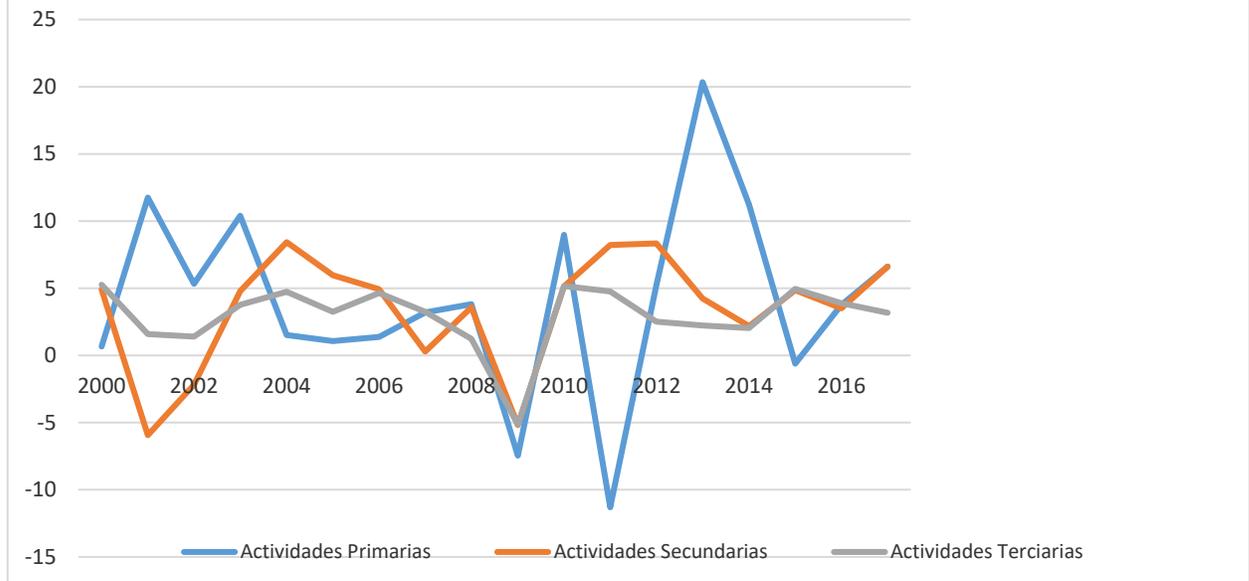
Elaboración propia con datos del CONEVAL

Datos del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, arrojan que el 45.2% son trabajadores subordinados y remunerados, mientras que 39.1% son trabajadores por cuenta propia y 12.5% son trabajadores no remunerados, el resto son empleadores.

Economía

San Luis Potosí, se ha convertido en un potencial en manufactura de la industria automotriz, parques industriales se han instalado en el Estado, debido, por un lado, a su localización geográfica, ya que colinda con entidades industriales como Nuevo León, Querétaro, y la relativa cercanía a los puertos marítimos como Lázaro Cárdenas o el Puerto de Veracruz. Prueba de ello, es la instalación de General Motors y BMW en ella. También, lo muestra la variación porcentual del Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) en el Estado, analizando los tres sectores se observa el siguiente comportamiento:

3.19. Variación Porcentual Anual de Actividades Económicas (3 sectores)

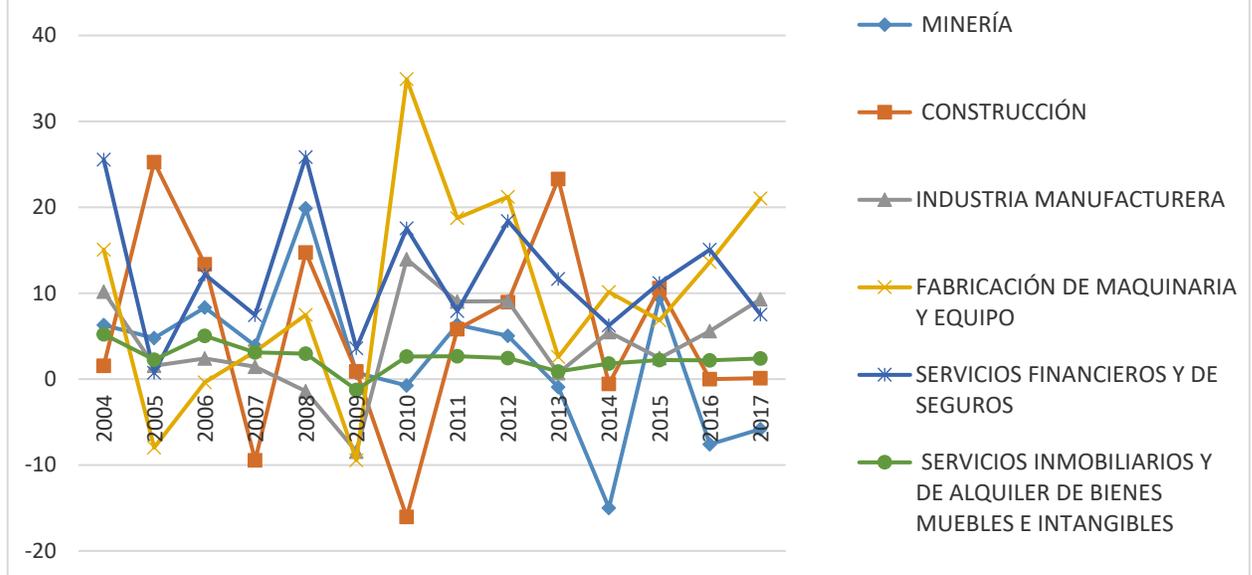


Elaboración propia con datos del INEGI

Podemos observar un crecimiento constante en el sector dos de la economía, actividades secundarias, las cuales han tenido un crecimiento constante a partir del 2002 (con excepción del año 2009, derivado de la crisis económica), donde el sector crece cinco por cien anual, haciendo caso omiso al 2009. Por otro lado, San Luis Potosí en su sector uno, derivado que no es una entidad con costa, el sector ganadero y agrícola, tiene variaciones cíclicas, las cuales pueden ser factores de diversas causas, como efectos naturales, la demanda del mercado, y el movimiento de la inversión a sectores de mayor productividad y rentabilidad. Con información de infografías tomadas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2017, mencionan que el 52.1% de las personas ocupadas, se encuentran en el sector terciario de la economía, sector que tiene, al igual que el sector terciario, una variación porcentual positiva con un promedio de 3.29 por cien (quitando 2009), mientras que 28.5% se encuentra ocupado en el sector secundario y el resto en el primario (18.8 por cien). El PIB de San Luis Potosí es el 2% a nivel nacional.

El comportamiento en los sectores de la economía potosina es el siguiente:

Gráfica 3.20. Variación Porcentual de las principales Actividades Económicas



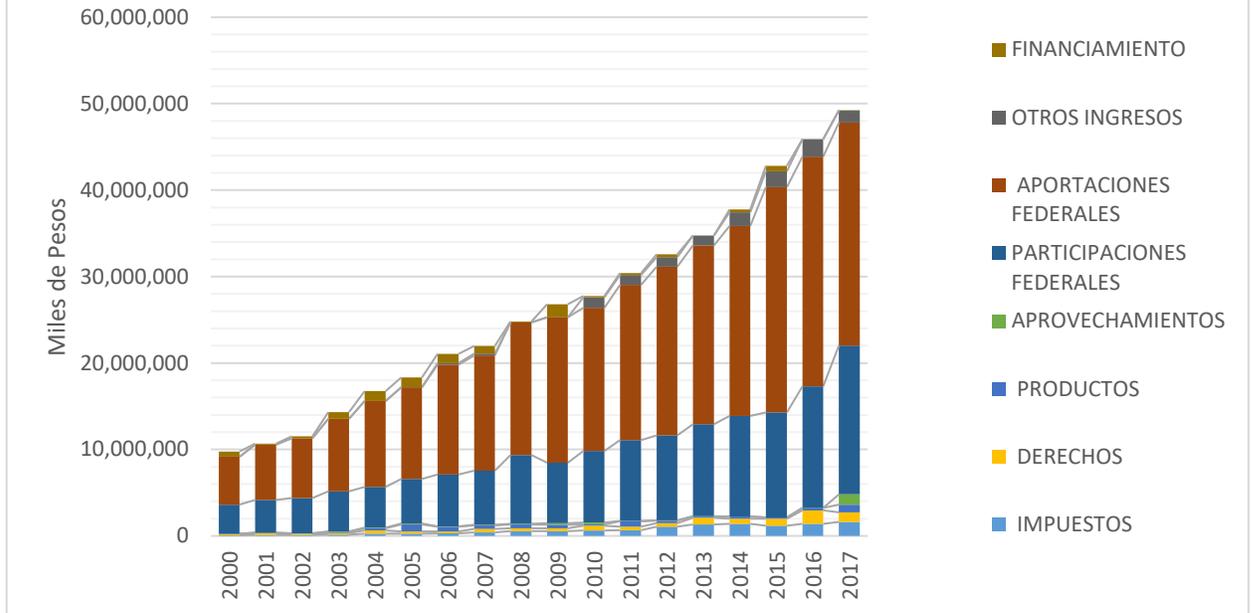
Elaboración propia con datos del INEGI

En temas agrícolas, los productos que recalcan son el tomate rojo, la caña de azúcar, chile verde y alfalfa verde. Mientras en ganaderos los productores destacados es la carne bovina y leche bovina. En el sector secundario, la actividad minera petrolera y la fabricación de maquinaria y equipo son los que mayor dinamismo tienen, siendo el último con una tasa de variación del 16% anual. Por último, en el sector servicios, los servicios financieros y de seguros son el que tiene mayor dinamismo en el sector, teniendo en promedio una variación anual de 12% de 2014 a 2017.

Finanzas Públicas

Se representará la evolución de los ingresos y egresos del Estado de San Luis Potosí. Primero, se presenta el gráfico de los ingresos presupuestarios del estado, con un período de 17 años:

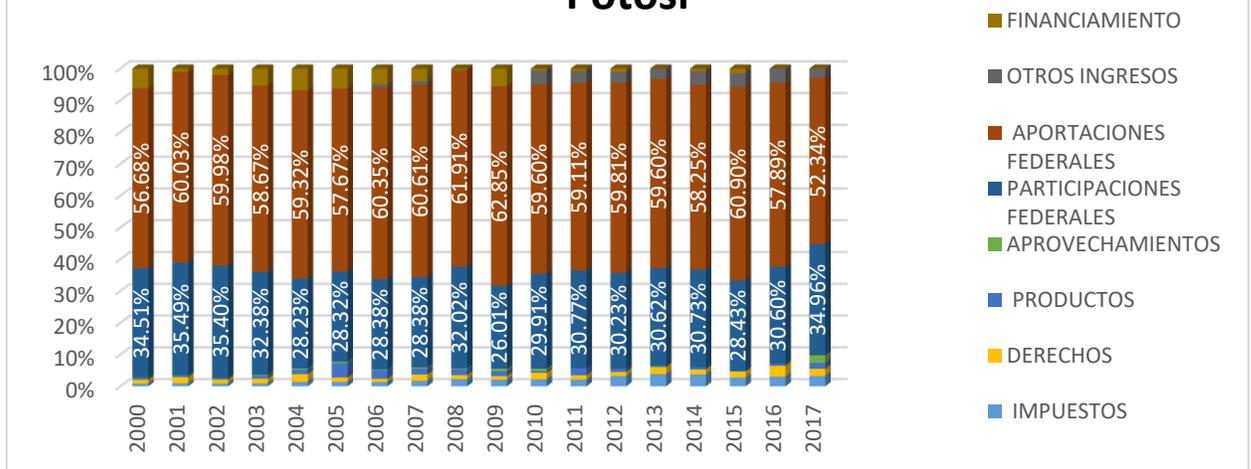
Gráfica 3.21. Evolución ingresos, San Luis Potosí



Elaboración propia con datos del INEGI

Podemos observar que el estado tiene una tendencia positiva en sus ingresos, considerando todo el período, la tasa de crecimiento en promedio anual es de diez por ciento, en términos nominales. A simple vista de la gráfica, los elementos que más influyen en el presupuesto es el Gasto Federalizado. Analizando la estructura de los ingresos año por año, tenemos el siguiente comportamiento:

Gráfica 3.22. Estructura de ingresos, San Luis Potosí

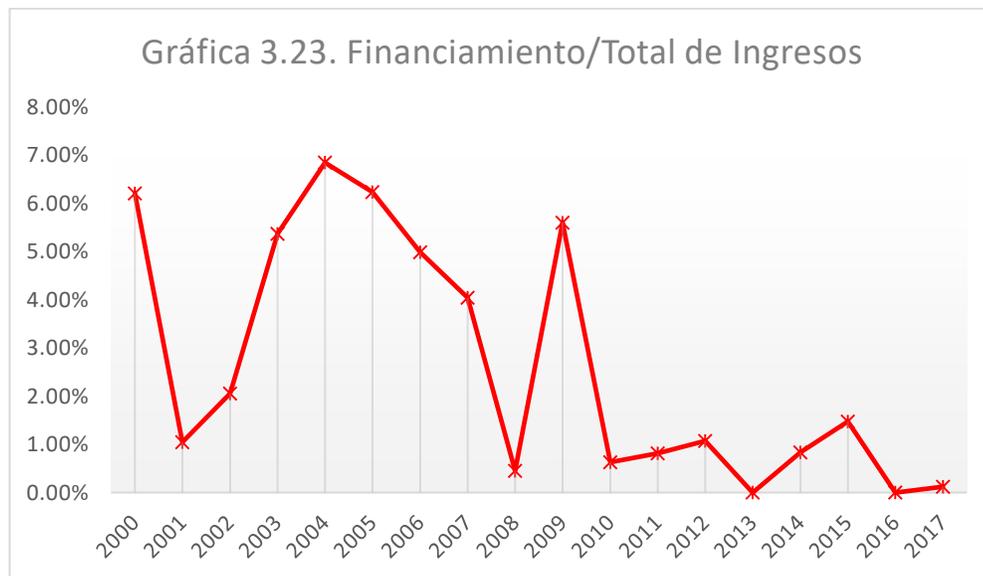


Elaboración propia con datos del INEGI

La entidad potosina, es totalmente dependiente de los ingresos federales, como lo son las transferencias por Ramo 28 y 33, esto es, las Participaciones Federales y las Aportaciones Federales, siendo

esta última más de la mitad del ingreso estatal, considerando que son recursos etiquetados, San Luis Potosí tiene menos de la mitad de su ingreso disponible para hacer política de egresos, o algún otro destino, quitando el gasto transferido a los municipios. Queda muy poca maniobra la política económica de egresos. Por otra parte, la recaudación propia (considerando impuestos, derechos, productos y aprovechamientos) del Estado representa en promedio dos puntos porcentuales del total de ingresos. Ello habla de una mala recaudación por parte de las autoridades y de la gestión pública, otras entidades como la Ciudad de México esta variable representa el 25-30% del total de los ingresos.

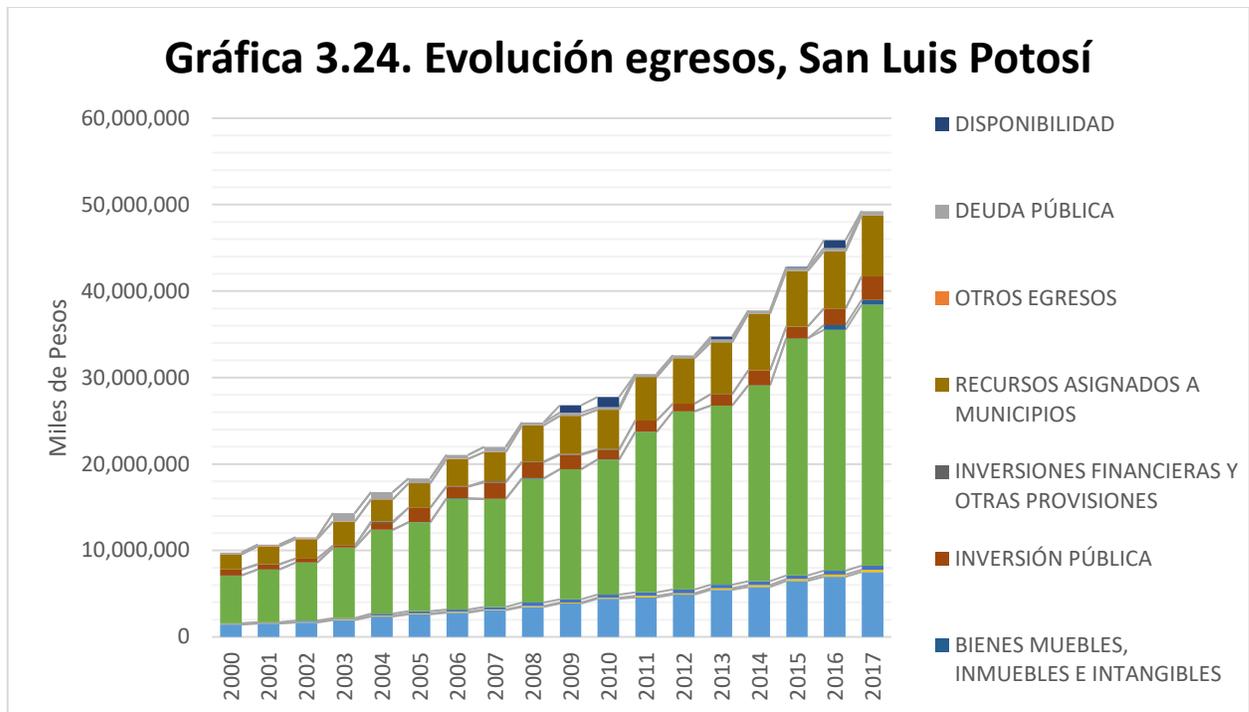
La necesidad de financiamiento, derivado de un déficit fiscal, en la primera década representaba más del tres por ciento de los ingresos, siendo mayor a la recaudación propia. Sin embargo, San Luis Potosí ha disminuido la necesidad de financiamiento a partir del 2010, incluso en el año fiscal del 2013 el financiamiento fue nulo, posiblemente derivado de la entrada de la Ley de Responsabilidad Hacendaria, la crisis económica y/o la recién creada Ley de Disciplina Financiera. El comportamiento en términos porcentuales es la siguiente:



Elaboración propia con datos del INEGI

Del lado de los egresos, el comportamiento es el siguiente:

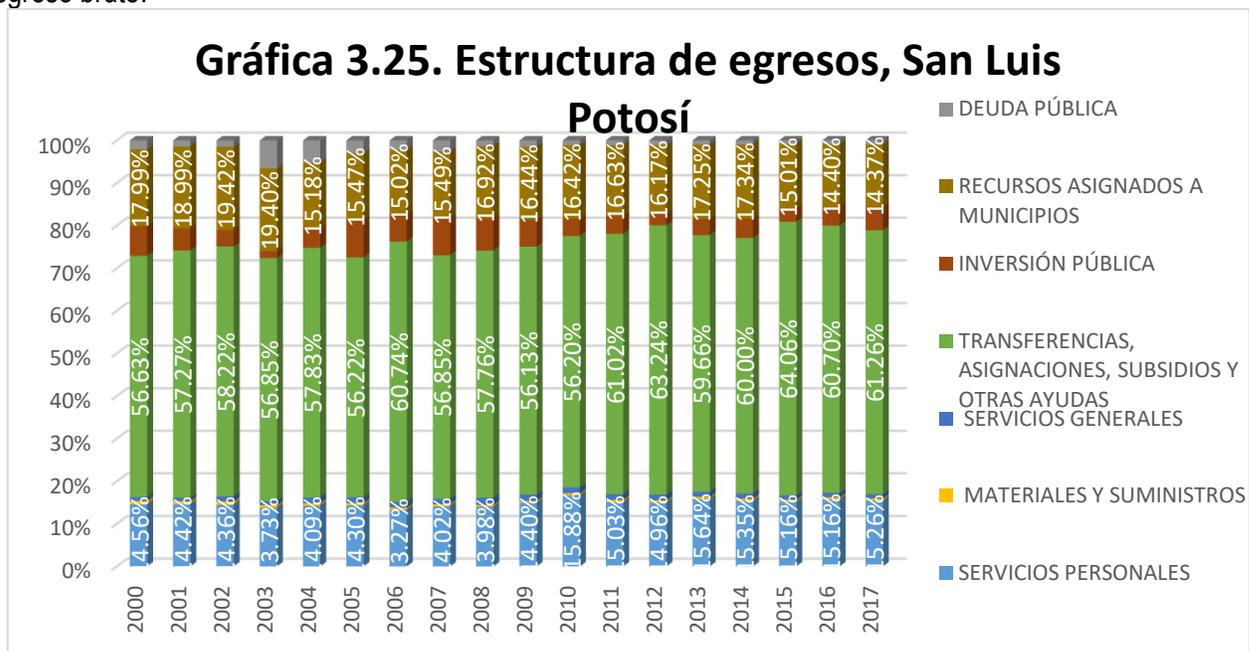
Gráfica 3.24. Evolución egresos, San Luis Potosí



Elaboración propia con datos del INEGI

Reproduciendo el análisis de los ingresos, los egresos del Estado tienen una tendencia positiva, con una tasa de crecimiento anual promedio igual que los ingresos por obvias razones de cuadro. Sin embargo, llama la atención que los capítulos que han tenido mayor crecimiento han sido las transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas. Asimismo, se puede observar que se ha incrementado el peso de las transferencias a los municipios, por lo que es conveniente ver los egresos en su estructura porcentual del egreso bruto.

Gráfica 3.25. Estructura de egresos, San Luis Potosí



Elaboración propia con datos del INEGI

Podemos observar que más de la mitad del presupuesto de egresos se destina a transferencias, podemos concluir grosso modo que no ha ayudado mucho a la disminución de la pobreza como vimos en el análisis en apartados anteriores. Por otro lado, el peso de la asignación a los municipios fluctúa entre 15 y 17 por ciento, por temas de coordinación fiscal. El peso del pago de deuda pública se ha hecho menor en los últimos años fiscales, como resultado de una menor necesidad de financiamiento. El capítulo de egresos que tiene un peso sombrío es la inversión pública. La inversión pública, siendo una variable de gasto que puede tener un efecto multiplicador en el producto, tiene un peso promedio para los ejercicios fiscales de alrededor de 5 puntos, más menos un punto porcentual. Lo que significa que el Estado mantiene constante dicha variable de egreso para sus ejercicios fiscales. Es importante recalcar que la inversión pública en los últimos años ha caído en relación con el peso en el presupuesto de años a principios de la década, teniendo una compensación en el capítulo de egresos de servicios personales.

Política

San Luis Potosí, el período constitucional del gobernador es de seis años. En los últimos tres sexenios, el Estado ha tenido dos partidos en el poder. Para el sexenio de 2003-2009, la entidad estaba gobernada por Jesús Marcelo de los Santos Fraga del Partido Acción Nacional, después de él, siguió un cambio de bando, al quedar Fernando Toranzo Fernández, del Partido Revolucionario Institucional, consiguiendo que, para el período actual, vuelva a gobernar alguien del mismo partido, siendo Juan Manuel Carreras López el actual gobernador con vigencia en el cargo para el 2021.

III.II. Análisis econométrico

Con base a la teoría que hemos revisado en el capítulo uno, así como los procedimientos cuantitativos en el capítulo dos, es necesario analizar el ciclo y el comportamiento del gasto, que ejerce el poder ejecutivo estatal y, por ende, las decisiones de la gestión pública. En primera instancia, se correrán modelos univariados para nuestras variables que consideramos en la presente tesis. De modo que al final, tengamos un sistema de ecuaciones para correrlo con el paquete estadístico R.

Para sustentar lo anterior, sabemos que las Entidades Federativas, reciben (como vimos en el capítulo primero) transferencias de un órgano central, la federación, así tienen potestad para recibir ingresos de sus propios atributos. Sin embargo, una vez descontadas las transferencias a sus respectivos municipios y/o ayuntamientos, queda un presupuesto de libre de disposición. Aquí viene la interrogante ¿En qué gastar?, como sabemos se tiene un costo de oportunidad. Para finalidad del análisis, se tendrán dos opciones; la primera en transferencias estatales a la población (gasto corriente), por otra parte, gasto en inversión pública (gasto en infraestructura). Ello dará pauta para observar el comportamiento en sus ingresos disponibles y la variación en el producto de la entidad. El ciclo lo podemos ejemplificar en la siguiente figura:

Figura 3.1. Ciclo de los Ingresos disponibles en las Entidades Federativas



Elaboración Propia

III.II.I. Metodología

Consideremos como se mencionó en el párrafo anterior, variables de política pública estatal por el lado del gasto (gasto en transferencias e inversión pública), así también variables de ingreso no condicionado (esto es ingreso disponible), y por último el comportamiento del producto a nivel estatal (PIBE). El acotamiento del período se realizó del 2003 al 2017, debido a disponibilidad de datos, así como el progreso de la política económica de los propios sexenios. La descripción particular de las variables es la siguiente:

- Ingresos de Libre Disposición (ID); son los ingresos derivados de las participaciones federales, descontando los recursos ministrados por ley o de coordinación fiscal con los propios municipios del Estado y el pago o amortización de la deuda pública. A lo anterior, se adicionan los recursos propios recaudados. De forma que:

Ingresos de Libre disposición= Participaciones Federales + Ingresos propios (impuestos, aprovechamientos, contribución de mejoras, cuotas, derechos y productos) – Recursos asignados a los municipios¹⁵ – Pago de la Deuda Pública.

- Transferencias Estatales (TE); Para realizar el cálculo, se tuvo que prescindir de las Aportaciones Federales, que en su definición son transferencias etiquetadas, y el objetivo es

¹⁵ Deriva dichas erogaciones de la normativa correspondiente a la Coordinación Fiscal. En el caso de las dos Entidades estudiadas, aplica para el Estado de México, el Código Financiero del Estado de México y sus Municipios, y para San Luis Potosí, la Ley de Coordinación Fiscal del Estado de San Luis Potosí.

visualizar las transferencias erogadas del propio ingreso disponible estatal. A los egresos brutos se le resta las Aportaciones Federales (A), del resultado de la operación se realizó un segundo cálculo, los egresos brutos se le resta las transferencias (B), de forma que las transferencias estatales quedarían por la diferencia de A y B. Esto es:
Transferencias Estatales= (Egresos Brutos - Aportaciones Federales) – (Capítulos de Egreso¹⁶ – Transferencias)

- Inversión Pública (IP); Es igual al capítulo sexto de los egresos estatales.
- Producto Interno Bruto Estatal (PIBE); se tomaron los valores constantes, base 2013.

La base de datos se obtuvo del Banco de Información Económica (BIE), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se deflactó la base, con excepción del PIBE¹⁷, con año base 2013 (en millones de pesos mexicanos). Por otro lado, las variables implicadas, sin tomar en cuenta las Participaciones y Aportaciones Federales, son anualizadas. De forma que se tuvo que realizar un ponderador para que se llegará a un proxy mensual de cada una de las variables. Se procedió, entonces, a que dicho ponderador se realizará con ayuda del Indicador Global de Actividad Económica (IGAE), que el INEGI lo publica de manera mensual, y nos da una pauta para construir un ponderador, que se estandarizo, de forma que la suma cuadrará con la cantidad anual, así con el objetivo de expandir la base de datos y proceder con mayor facilidad al estudio econométrico. Cabe mencionar que la metodología utilizada para una aproximación mensual, se procedió a criterio propio.

Como se mencionó anteriormente, se correrán pruebas por cada variable por separado de cada Entidad Federativa, de manera que se comprueben las pruebas de estacionalidad, así como un repaso a las características estadísticas de cada uno. Posteriormente, se verán las relaciones de endogeneidad entre ellas, así como modelos tipo VEC, VAR y funciones de impulso-respuesta.

III.II.II. Salidas de los Modelos

Como se mencionó primero se analizarán modelos uniecuacionales, por cada Entidad Federativa. Donde se correrán las pruebas de estacionariedad, así como las funciones de autocorrelación y correlación parcial. Ello con el fin de concluir si la variable, en serie de tiempo, cumple con las características que de ella emanan. Y, en dado caso, conseguir un modelo que sea significativo y se acople a las características mencionadas en el segundo capítulo. Una vez que tengamos un modelo tipo ARIMA (p, i, q), se establezca el orden AR (p), el orden MA (q) y el número de diferenciaciones (i) necesarias para que la variable a estudiar sea factible para series de tiempo.

Con el modelo que resulte del estudio, se hará un pronóstico para 12 meses futuros de cada variable, dependiendo su comportamiento que ella emane.

¹⁶ Sin contar el pago de la Deuda Pública

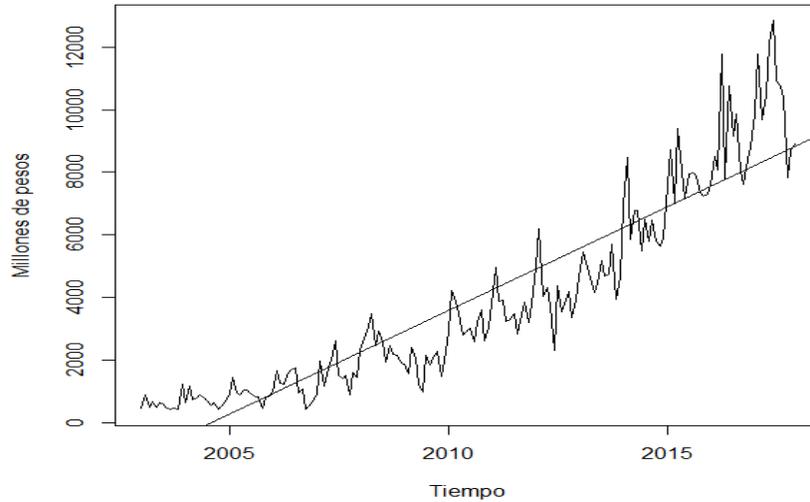
¹⁷ Ya que la base se encuentra base 2013

Estado de México

Ingresos Disponibles

Como se mencionó en el apartado 3.1, en la sección del Estado de México, esta entidad federativa al ser una de las que más aporta el PIB nacional, se espera que los niveles de los Ingresos Disponibles sean característicamente mayores al del resto de los Estados del país, esto lo podemos observar en la gráfica 3.2.1. Por lo que podemos aseverar que existe una tendencia al alza y constante. Por otro lado, el componente estacional presenta que a inicios de cada uno de los años fiscales los Ingresos Disponibles son mayores y a medida que terminan estos, los Ingresos también decaen.

Gráfica 3.2.1: Estado de Mexico, Ingresos disponibles 2003-2017 (2013=100)



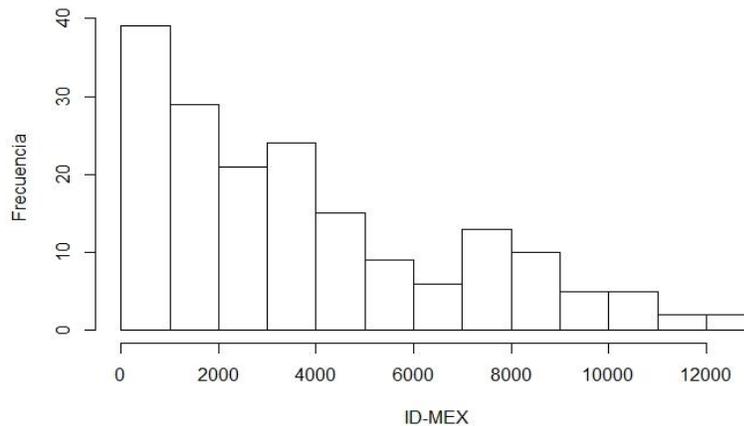
Elaboración propia

Tabla 3.2.1: Estadística Descriptiva- Ingresos Disponibles, Estado de México (Millones de pesos)

<i>Media</i>	3,889.2
<i>Varianza</i>	9,756,338
<i>Desviación Estándar</i>	3,123.514
<i>Curtosis</i>	2.806077
<i>Coficiente de Asimetría</i>	0.887275
<i>Mínimo-Máximo</i>	409.8-12848.5

En la tabla 3.2.1 podemos observar algunos de los estadísticos más importantes de las Medidas de Tendencia Central, así como de las medidas de dispersión de las variables, sin embargo, para poder determinar que existe normalidad, se presenta el siguiente histograma:

Gráfico 3.2.2: Histograma, Ingresos Disponibles Estado de Mexico



Elaboración propia

La distribución de los ID en el histograma reporta un sesgo hacia la izquierda, esto quiere decir que no se tiene el comportamiento de una distribución normal. Para comprobarlo se aplica el estadístico Jarque-Bera de normalidad. Donde si:

$$H_0, \quad p - \text{value} < 0.05; \text{rechazamos } H_0 \therefore \text{no hay normalidad en la serie}$$
$$H_a, \quad p - \text{value} > 0.05, \text{no rechazamos } H_0 \therefore \text{existe normalidad}$$

El resultado arroja que:

$$\text{Jarque - Bera Test: } P - \text{value} = 0.001$$

Por lo tanto, confirmamos que no existe normalidad en la serie.

Como se mencionó en el capítulo dos, la condición que se debe de cumplir en el análisis de series de tiempo es que sea estacionaria, por ello se presentan las funciones de correlación Total y parcial. Primero observaremos el comportamiento de los errores, en el que se desea que estos no tengan alguna correlación, así como una convergencia de ambas funciones hacia cero a medida que aumentan los rezagos. A la par, se analizarán las pruebas de raíz unitaria, las cuales son; Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF), Prueba Phillips-Perron (PP) y la Prueba Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

- Pruebas de hipótesis para la prueba ADF

$$H_0: \text{Existe raíz unitaria en la serie de tiempo}$$

$$H_1: \text{No existe raíz unitaria en la serie de tiempo}$$

El cálculo de los valores de test-statistics es mayor a los valores críticos tabulados, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que la serie sería estacionaria.

- Pruebas de hipótesis para la prueba PP

H_0 : Existe raíz unitaria en la serie de tiempo

H_1 : No existe raíz unitaria en la serie de tiempo

El cálculo de los valores de test-statistics es mayor a los valores críticos tabulados, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que la serie sería estacionaria.

- Pruebas de hipótesis para la prueba KPSS

H_0 : No existe raíz unitaria en la serie de tiempo

H_1 : Existe raíz unitaria en la serie de tiempo

El cálculo de los valores de test-statistics es menor a los valores críticos tabulados, se rechaza la hipótesis nula, por lo que la serie sería estacionaria.

Retomando las Funciones de correlación, en la FAC observamos que la condición de convergencia hacia cero sea cada vez más cercana a medida que se aumentan los rezagos. Caso contrario a la FACP donde observamos que hay un comportamiento oscilante en la correlación de los errores, por ello se aplicaran las pruebas de Raíz unitaria. Las pruebas de raíz unitaria que se utilizan para evidenciar la presencia de raíces unitarias, los resultados arrojados se presentan a continuación

Grafico 3.2.3: Función de Autocorrelación Total, Ingresos Disponibles Estado de Mexico

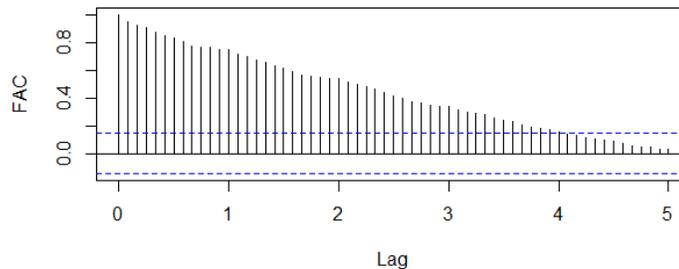
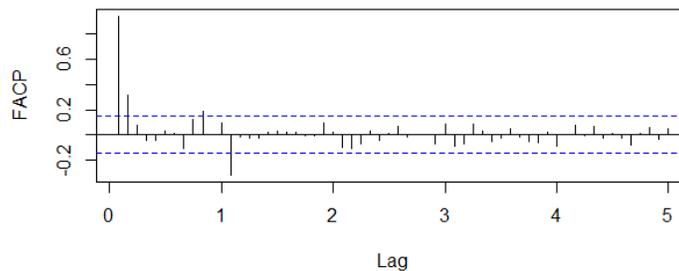


Grafico 3.2.4: Función de Autocorrelación Parcial, Ingresos Disponibles Estado de Mexico



Elaboración propia

Tabla 3.2.2: Pruebas de raíz unitaria para los Ingresos Disponibles Estado de México

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	0.1213	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	1.1274	3.46	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.3118	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

Los valores se presentan en términos absolutos y si retomamos el planteamiento de las pruebas de hipótesis que anteriormente se mencionaron, se puede determinar que la serie no pasa ninguna de las pruebas de raíz unitaria. Por lo que para poder alcanzar estacionariedad se aplica diferencia a la serie de tiempo. Arrojando los siguientes resultados:

Tabla 3.2.3: Pruebas de raíz unitaria para los Ingresos Disponibles con diferencia Estado de México

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	14.70	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	33.35	3.47	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.0481	0.21	0.14	0.12

Elaboración propia

Una vez que se aplica la diferenciación en los ID, obtenemos que los valores del t-statistic son mayores para la ADF y PP por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Por otro lado, en la prueba KPSS el valor de t-statistic es menor a los valores tabulados. En conclusión, ADF y PP no se rechazan las pruebas de hipótesis y en KPSS se rechaza la hipótesis nula, de esta manera nos encontramos con una serie de tiempo que ya es estacionaria.

Grafico 3.2.5: Ingresos Disponibles con Diferencia, función de Autocorrelación Total

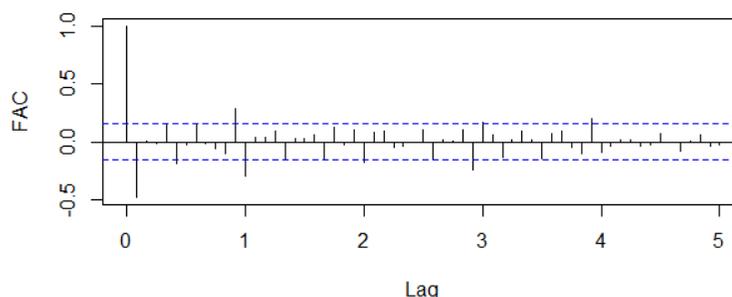
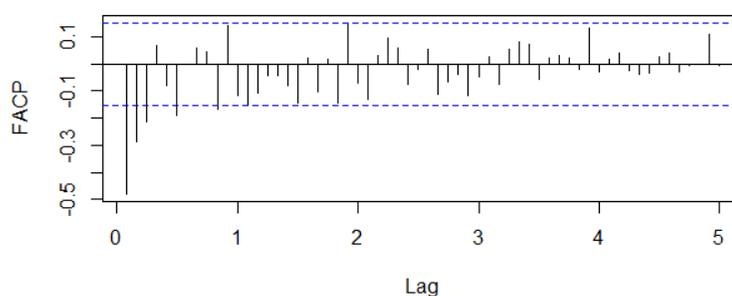


Grafico 3.2.6: Ingresos Disponibles con Diferencia, Función de Autocorrelación Parcial



Elaboración propia

Una vez que se obtuvo una serie estacionaria, lo que se propone es el planteamiento del modelo ARIMA (p,i,q) que cumple las condiciones de invertabilidad y ergodicidad. El orden del modelo, una vez aplicando las diferencias sería:

$$\text{ARIMA } (0,1,1)$$

Con una media no anclada a cero, debido al comportamiento tendencial de la serie y la media del modelo es 2,713.63 millones de pesos. Dado que se realizó una diferenciación en la serie original para alcanzar estacionariedad y una vez que se aplicó en el software estadístico R el comando “*auto.arima*”, éste nos recomendó utilizar el modelo MA(1); el cual, en forma de ecuación se plantea:

$$ID = \epsilon_t - 0.6830\epsilon_{t-1}$$

Con valores en términos de AIC=2,713.56, y del BIC=2,719.80. Para analizar de mejor manera el modelo ARIMA(0,1,1) se diagnosticará el comportamiento de los residuos estandarizados, la función de autocorrelación de los residuos y el análisis Ljung-Box que trazan los residuos escalados por la estimación de su varianza (individual). Por ello, el planteamiento de las pruebas de hipótesis es:

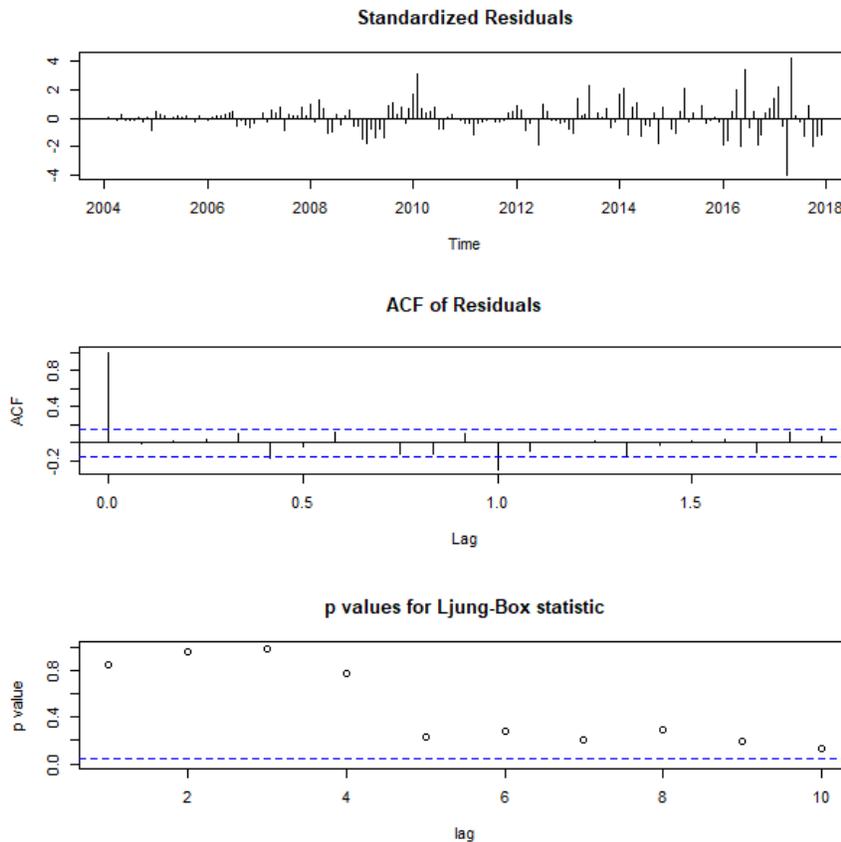
$$H_0: \text{Independencia en los residuos del modelo}$$

$$H_1: \text{No independencia en los residuos del modelo}$$

Si $p - \text{value} > 0.05$ no se rechaza la $H_0 \therefore$ hay independencia en los residuos.

Visualizando el gráfico 3.2.7 los *p-values* de Ljung.Box a medida que aumentan los rezagos, los valores son mayores a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula, esto da a entender que el modelo es óptimo dado que existe independencia en los residuales. El primer cuadro del gráfico 3.2.7 denota los errores estandarizados y como se puede observar no existe alguna tendencia de que estén cargados los residuales, sino que el comportamiento es oscilante e independiente. Mientras que la Función de Correlación Total para los residuos asemeja a un ruido blanco, por lo que confirmamos que el modelo es el óptimo.

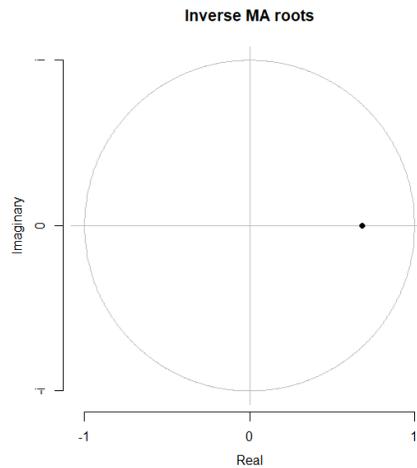
Gráfico 3.2.7: Diagnóstico de los residuales, Ingresos Disponibles, Estado de México



Elaboración propia

Conjuntamente, el modelo ARIMA (0,1,1), podemos comprobar que cumple con las condiciones de invertibilidad ya que sus raíces caen dentro del círculo de la unidad, esto se puede corroborar mediante el siguiente gráfico:

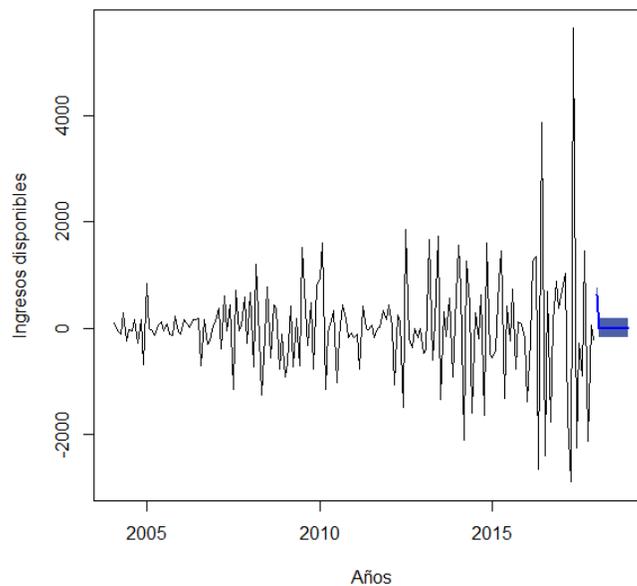
Gráfico 3.2.8: Modelo ARIMA (0,1,1), raíces unitarias de invertibilidad.



Elaboración propia

De esta manera, el modelo seleccionado efectivamente es estable cada la condición de que cae dentro del círculo de la unidad. Asimismo, se prosigue a realizar un pronóstico de la posible trayectoria de los Ingresos Disponibles para el Estado de México.

Gráfico 3.2.9: Pronóstico de los Ingresos Disponibles, Estado de México (12 meses)



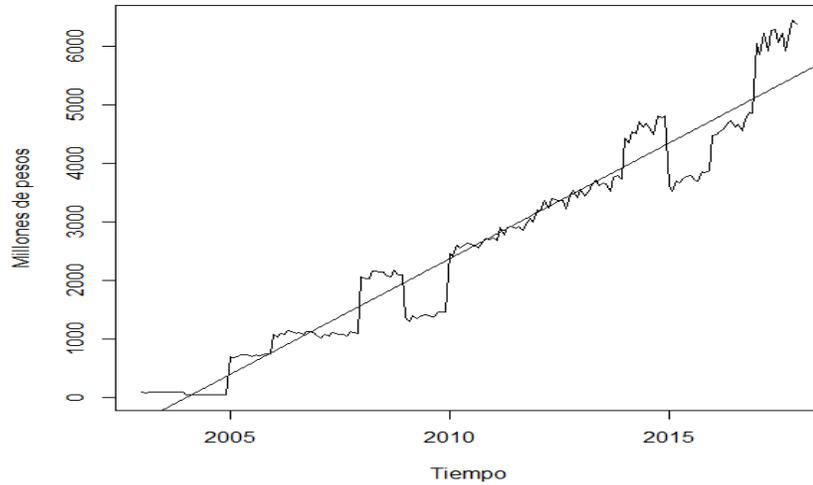
Elaboración propia

Transferencias Estatales.

Recapitulando el apartado de Finanzas públicas del Estado de México del presente capítulo, las Transferencias Estatales en el 2000 representaban el 94% del total de los ingresos que percibía la Entidad Federativa, y que pasó al 2018 se redujo dicha participación a un 68% por lo que el Estado de México es

cada vez menos dependiente de los ingresos que le transfiere el gobierno Federal. En el análisis gráfico de las TE, observamos que los datos tienen un comportamiento creciente, esto se confirma analizando el componente tendencial, el cual es creciente y que decrece en los años de la crisis del 2007, 2008 y 2009. Así mismo para el 2015 se observa que la tendencia cae. Por otro lado, el componente temporal reporta que a inicios de cada año fiscal las transferencias Estatales son mayores y que van disminuyendo a medida que va terminando.

Gráfica 3.2.10: Estado de México, Transferencias Estatales 2003-2017 (2013=100)



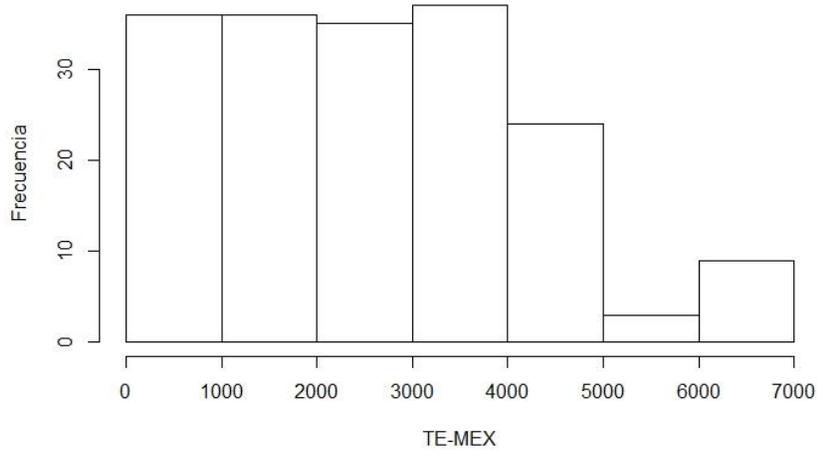
Elaboración propia

Tabla 3.2.4: Estadística Descriptiva-Transferencias Estatales, Estado de México (Millones de pesos)

<i>Media</i>	2,538.57
<i>Varianza</i>	3,130,947
<i>Desviación Estándar</i>	1,769.448
<i>Curtosis</i>	2.1640
<i>Coefficiente de Asimetría</i>	0.3102
<i>Mínimo-Máximo</i>	33.79-6,438.95

Elaboración propia

Gráfico 3.2.11: Histograma, Trasferencias Estatales Estado de Mexico



Elaboración propia

Con los estadísticos de Tendencia Central, las medidas de dispersión y el análisis del histograma podemos determinar que la serie no tiene comportamiento de una normal y para corroborar, aplicamos el estadístico.

$$JB \text{ } p\text{-value} = 0.0025$$

\therefore no hay normalidad en la serie

En conjunto, las FAC y FACP de la serie se presentan a continuación:

Gráfico 3.2.12: Función de Autocorrelación Total, Trasferencias Estatales Estado de Mexico

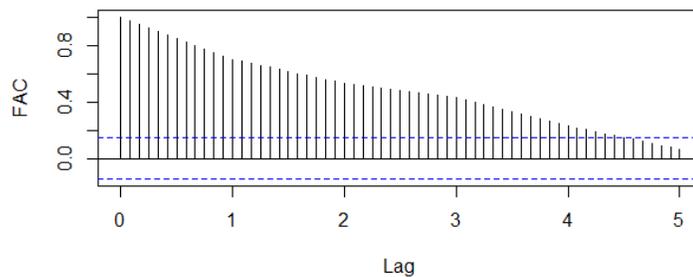
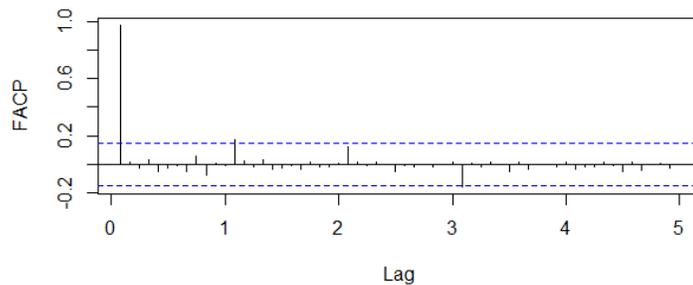


Gráfico 3.2.13: Función de Autocorrelación Parcial, Trasferencias Estatales Estado de Mexico



Elaboración propia

En la FAC observamos que en la serie de tiempo de las TE es convergente a cero, conforme se van aumentando los rezagos (de manera tarda), mientras que la Función de autocorrelación parcial observamos que el comportamiento es independiente, no hay algún comportamiento estable por lo que para poder comprobar que la serie es estacionara se aplican las pruebas de raíz unitarias.

Tabla 3.2.5: Pruebas de raíz unitaria para los Transferencias Estatales Estado de México

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	2.265	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	1.197	3.46	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.083	0.216	0.146	0.119

Elaboración propia

En la prueba ADF, el P-value de estadístico t es mayor en los niveles de significancia del 5% y 10% por lo que, en estos niveles, la serie se considera estacionaria. Para la prueba PP, el estadístico t es menor con respecto a los valores tabulados por lo que no se rechaza la prueba de hipótesis que afirma estacionariedad. Sin embargo, en KPSS resultó que el p-value del estadístico t es menor respecto a los tabulados por lo que se rechaza la prueba de hipótesis nula que establece la no estacionariedad. Por lo tanto, en ADF y KPSS se confirma que la serie es estacionaria, pero en la prueba PP no se alcanza la estacionariedad. Dada esta circunstancia se aplicó diferencia a la serie original de la TE arrojando los siguientes resultados:

Tabla 3.2.6: Pruebas de raíz unitaria para las Transferencias Estatales con diferencia Estado de México

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	8.91	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	13.34	3.47	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.0375	0.216	0.146	0.119

Elaboración propia

En ADF y PP los *p-values* calculados son mayores a los valores calculados tabulados a los niveles de significancia, esto indica que no se rechaza la prueba de hipótesis afirmando que la serie es estable. Para el caso de la prueba KPSS el *p-value* calculado es menor a los tabulados por lo que se rechaza la prueba de hipótesis que afirma no estacionariedad. De esta manera, aplicando diferencia se tiene una serie que pasa las tres pruebas de raíz unitaria.

Grafico 3.2.14: Transferencias Estatales con Diferencia, función de Autocorrelación Total

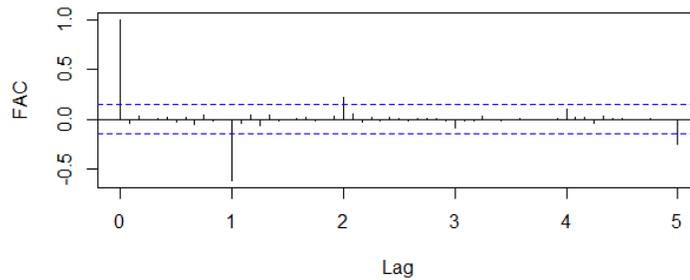
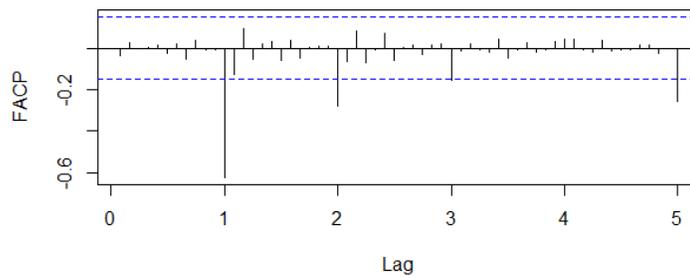


Grafico 3.2.15: Transferencias Estatales con Diferencia, Función de Autocorrelación Parcial



Elaboración propia

Una vez que afirmamos que la serie TE diferenciada y logramos visualizar el comportamiento de la FAC y FACP, es momento de determinar el orden del modelo:

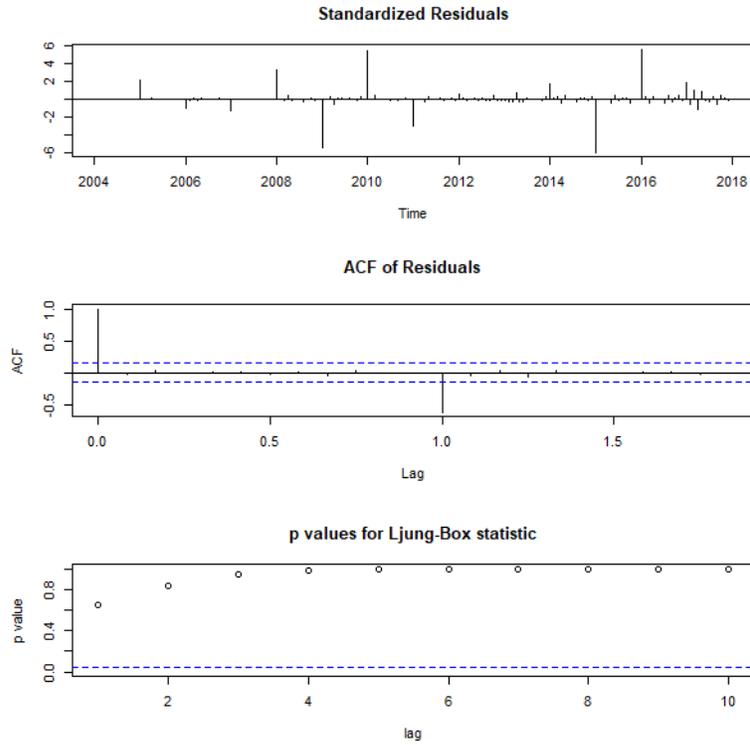
$$\text{ARIMA}(1,1,0)$$

El modelo arrojó una media no anclada a cero, debido al mismo comportamiento tendencial de la serie y una media de 2,413.15 millones de pesos. El planteamiento de la ecuación es:

$$TE = 0.8871TE_{t-1} + \epsilon_t$$

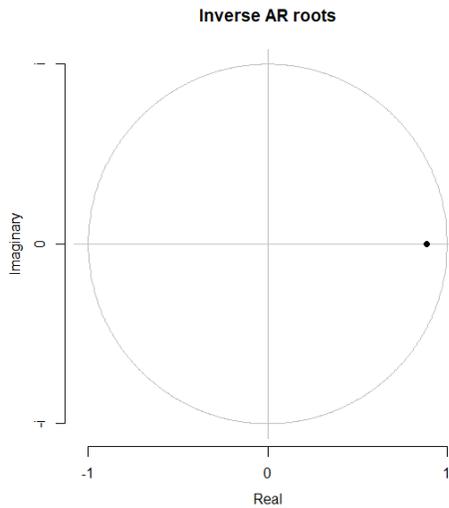
El cual reporta un valor en términos de AIC= 2,431, y del BIC=2,422.38. Una vez que obtuvimos el orden del modelo ARIMA, es momento de analizar el comportamiento de los residuales, la primera imagen de la gráfica 3.2.16 muestra el comportamiento de los residuos estandarizados y se observa que son independientes ya que no existe algún patrón en la misma. La función de autocorrelación total de los residuos tiene un comportamiento que se asemeja al ruido blanco, es decir, es estacionario y por último los *p-values* de la prueba Ljung-Box son mayores a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, los residuos son independientes. Todas estas pruebas indican que el modelo es óptimo.

Gráfico 3.2.16: Diagnóstico de los residuales, Transferencias Estatales, Estado de México



Elaboración propia

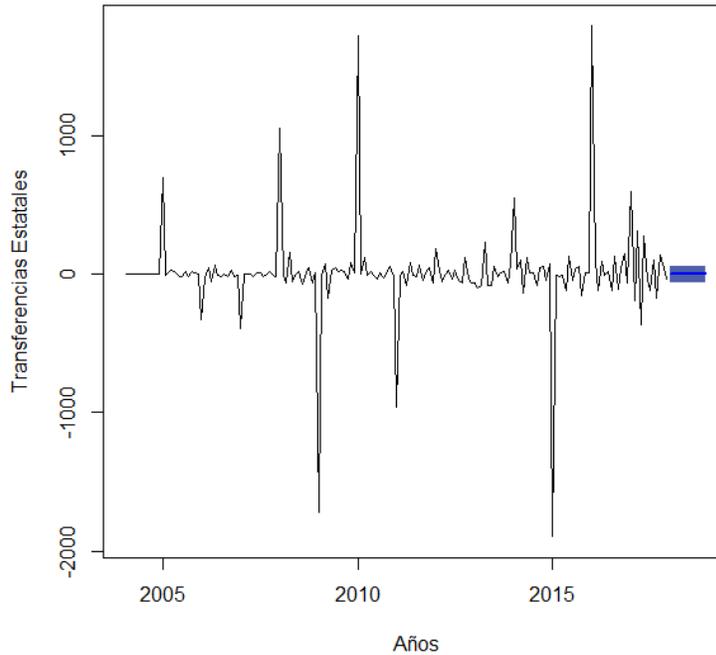
Gráfico 3.2.17: Modelo ARIMA (1,1,0), raíces unitarias de invertibilidad.



Elaboración propia

Una vez que se comprobó que el modelo es el óptimo y pasa las pruebas pertinentes proseguimos con realizar un pronóstico de las TE para los próximos 12 meses.

Gráfico 3.2.18: Pronóstico de las Transferencias Estatales, Estado de México (12 meses)

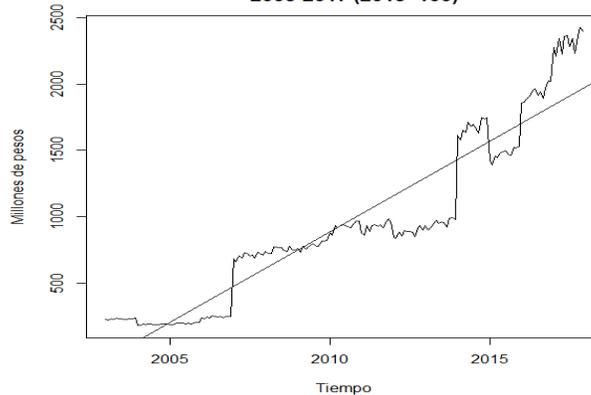


Elaboración propia

Inversión Pública

La segunda variable de política económica del estudio es la inversión pública. Siendo definida como la creación de un activo o materializado en infraestructura, teóricamente. De modo que viene siendo una contraparte de las transferencias estatales, que son erogaciones corrientes. En el 2018 la inversión pública representó el 6.12% del total de los egresos del Estado de México y para poder contemplar de mejor manera el comportamiento, se presenta el siguiente gráfico:

Gráfica 3.2.19: Estado de México, Inversión Pública 2003-2017 (2013=100)



Elaboración propia

Como se puede apreciar en la gráfica de la Inversión Pública, su comportamiento ha sido creciente al transcurrir los años, con algunos años en donde los montos son ligeramente constantes. Por lo que el

componente tendencial es positivo a excepción del 2013-2015 donde se registra una ligera caída en la inversión y el componente estacional reporta que los primeros meses del año son mayores y que va disminuyendo a medida que va terminando el mismo.

Tabla 3.2.7: Estadística Descriptiva-Inversión Pública, Estado de México (Millones de pesos)

Media	945.7
Varianza	398,939.7
Desviación Estándar	631.61
Curtosis	2.581408
Coefficiente de Asimetría	0.6738413
Mínimo-Máximo	179.3-2424.7

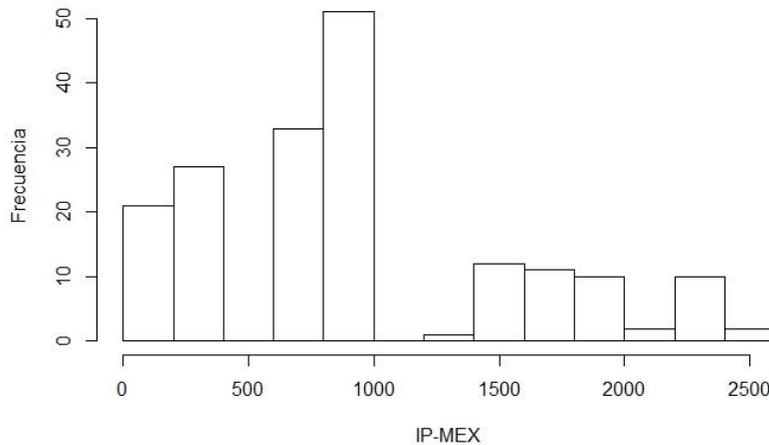
Elaboración propia

El estadístico Jarque-Bera de normalidad arroja que:

$$p - value = 0.006$$

$p - value < 0.05$; rechazamos $H_0 \therefore$ no hay normalidad en la serie

Gráfico 3.2.20: Histograma, Inversión Pública Estado de México



Elaboración propia

En el análisis de la Función de autocorrelación total a medida que aumentan los rezagos, la convergencia a cero es efectiva, mientras que las autocorrelación parcial se asemeja a un ruido blanco.

Grafico 3.2.21: Función de Autocorrelación Total, Inversión Pública Estado de Mexico

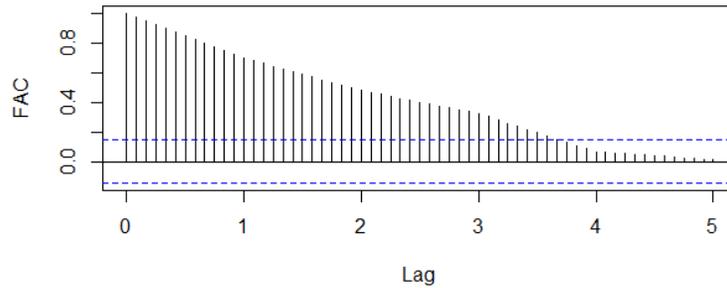
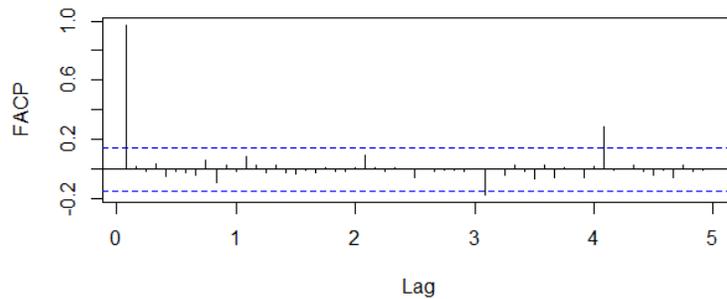


Grafico 3.2.22: Función de Autocorrelación Parcial, Inversión Pública Estado de Mexico



Elaboración propia

Tabla 3.2.8. Pruebas de raíz unitaria para los Inversión Pública Estado de México

<i>Estadístico</i>	<i>t-statistic value</i>	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
<i>ADF</i>	-2.4126	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	0.8049	3.4679	2.8765	2.57
<i>KPSS</i>	0.1918	0.216	0.146	0.119

Elaboración propia

La prueba Dickey-Fuller arroja que la IP no tiene raíz unitaria, ya que el valor en tablas es menor al 1%, sin embargo, para el 5% y el 10% de significancia sí pasa la prueba y por lo tanto la serie es estacionaria. El mismo caso se presenta con la prueba KPSS de una serie estacional con tendencia ya que el valor del estadístico t es menor respecto al valor en el 1%, empero para los niveles 5% y 10% esta condición no se cumple, por lo que no hay estacionariedad en la serie. Por otro lado, en la prueba PP se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad. Dadas estas condiciones se recurrió a aplicar diferencia en la serie observada de la IP, la cual se presenta a continuación:

Tabla 3.2.9. Pruebas de raíz unitaria para las Inversión Pública con diferencia Estado de México

<i>Estadístico</i>	<i>t-statistic value</i>	<i>Valores críticos tabulados</i>		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	8.98	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	13.26	3.47	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.0321	0.216	0.146	0.119

Elaboración propia

Una vez que se aplicó diferencia en la serie, los resultados arrojados se presentan en la tabla 3.2.8 en donde observamos que tanto en las pruebas ADF y PP, el valor del estadístico t es mayor a los valores tabulados por lo que no se rechaza la hipótesis nula aseverando que la serie es estacionaria. Por su parte, la prueba KPSS el valor en t es menor respecto a los valores obtenidos en tablas por lo que se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad confirmando en las tres pruebas que la serie ya es estacionaria. No obstante, el análisis de las funciones de autocorrelación se presentan en las siguientes gráficas para poder evaluar el desempeño de la serie.

Grafico 3.2.23: Inversión Pública con Diferencia, función de Autocorrelación Total

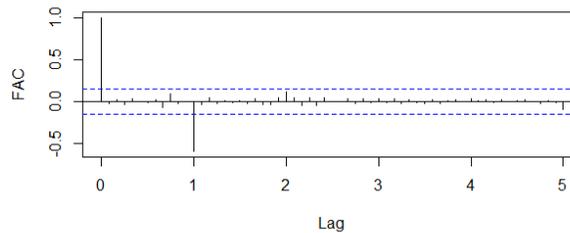
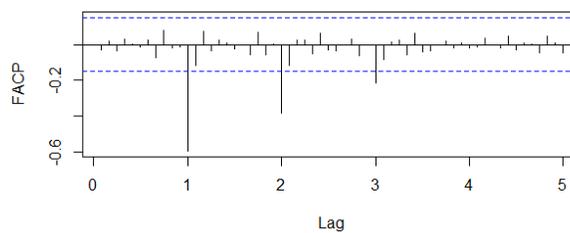


Grafico 3.2.24: Inversión Pública con Diferencia, Función de Autocorrelación Parcial



Elaboración propia

El orden del modelo se establece a continuación:

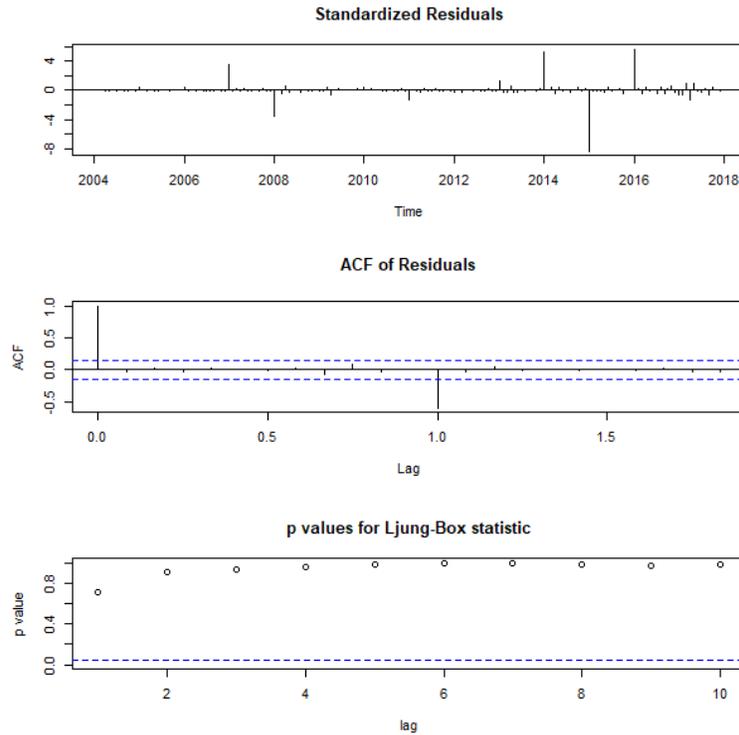
$$ARIMA (1,1,0)$$

El modelo arrojó una media no anclada a cero, debido al mismo comportamiento tendencial de la serie y una media 2,063.93 y el planteamiento de la ecuación sería:

$$IP = 0.8921IP_{t-1} + \epsilon_t$$

Con un valor en términos de AIC= 2,059.01, y del BIC= 2,062.12.

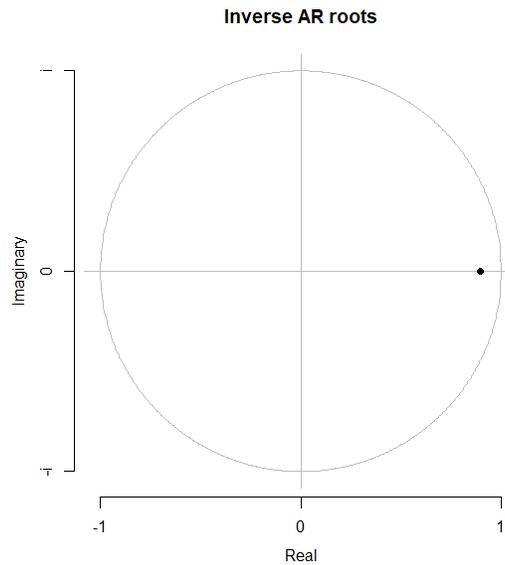
Gráfico 3.2.25: Diagnóstico de los residuales, Inversión Pública, Estado de México



Elaboración propia

Es decir, con el diagnóstico de los residuales podemos determinar que el modelo es adecuado ya que no sólo pasa las pruebas de estacionariedad, sino que se demuestra que hay independencia en los errores y además, en el gráfico 3.2.26 se muestra la raíz inversa de las IP y esta cae dentro del círculo de la unidad por lo que esto nos hace cerciorar que el modelo es estable.

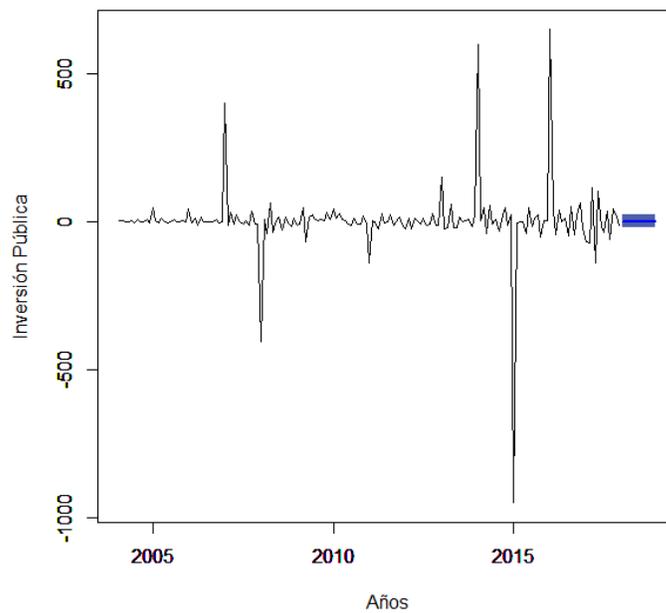
Gráfico 3.2.26: Modelo ARIMA (1,1,0), raíces unitarias de invertibilidad.



Elaboración propia

Una vez que nos aseguramos que el modelo pasa las pruebas pertinentes, realizamos un pronóstico de la Inversión pública para el Estado de México para los próximos 12 meses, arrojando la siguiente gráfica:

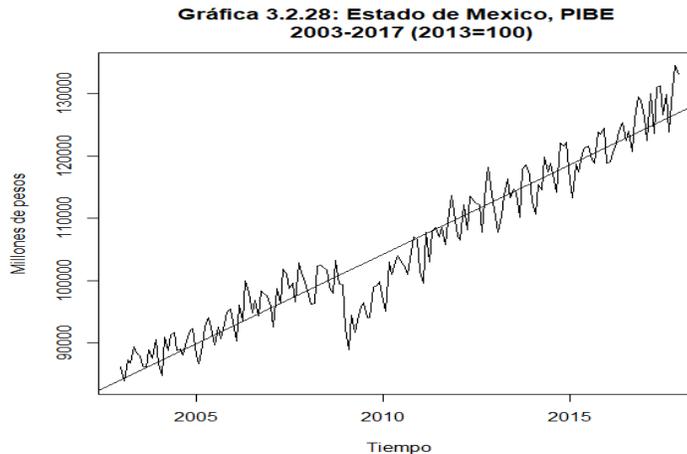
Gráfico 3.2.27: Pronóstico de la Inversión Pública, Estado de México (12 meses)



Elaboración propia

PIBE

El PIBE del Estado de México resulta ser uno de los mayores a nivel nacional, esto lo podemos apreciar en el siguiente gráfico donde se muestra la evolución del PIBE en los 14 años de estudio.



Elaboración propia

El análisis gráfico del PIBE, obtenemos que la serie observada tiene un comportamiento creciente y positivo a través del tiempo, evidentemente el comportamiento tendencial es positivo y con un declive en la crisis del 2007 y del que se salió aproximadamente en el 2010. El componente estacional reporta que los ciclos de auge son a inicios de cada año, con una caída aproximadamente del segundo cuatrimestre del año para que poco después se recupere el ciclo económico y de nuevo caiga la tendencia.

**Tabla 3.2.10. Estadística Descriptiva-PIBE,
Estado de México (Millones de pesos)**

<i>Media</i>	105,435
<i>Varianza</i>	169,041,137
<i>Desviación Estándar</i>	13,001.58
<i>Curtosis</i>	1.96
<i>Coficiente de Asimetría</i>	0.3069005
<i>Mínimo-Máximo</i>	83,771-134,508

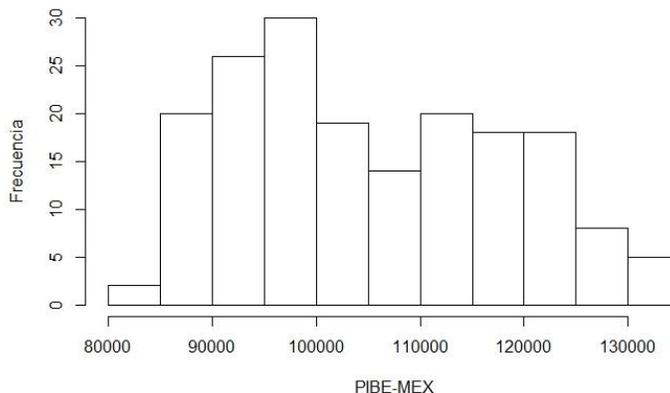
Elaboración propia

El estadístico Jarque-Bera de normalidad arroja que:

$$p - value = 0.011$$

$$p - value < 0.05; \text{rechazamos } H_0 \therefore \text{no hay normalidad en la serie}$$

Gráfico 3.2.29: Histograma, PIBE Estado de Mexico



Elaboración propia

De esta manera podemos afirmar que la serie no tiene un comportamiento con distribución normal, a pesar de ello, como se ha realizado con las anteriores variables, es momento de visualizar las funciones de correlación total y parcial. Las cuales indican que la FAC tiene un comportamiento convergente a cero y que éste se acerca más cuando los retardos son 4, a su vez la FACP vemos que a partir del rezago uno, sus valores se asemejan a cero.

Gráfico 3.2.30: Función de Autocorrelación Total, PIBE Estado de Mexico

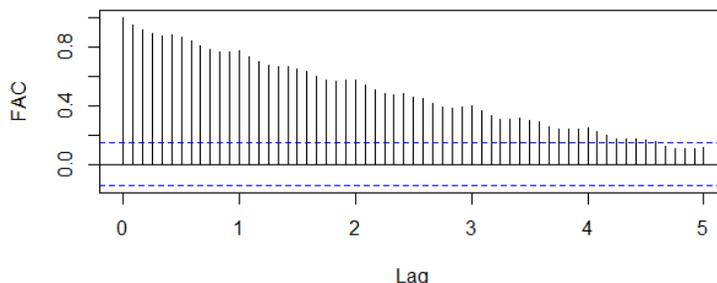
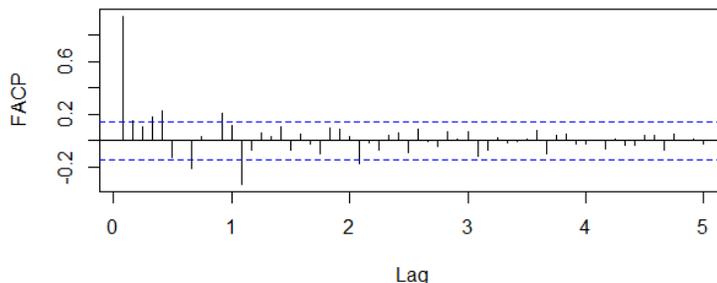


Gráfico 3.2.31: Función de Autocorrelación Parcial, PIBE Estado de Mexico



Elaboración propia

**Tabla 3.2.11. Pruebas de raíz unitaria para el PIBE
Estado de México**

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	5.2312	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	0.4663	3.46792	2.8776	2.575273
<i>KPSS</i>	0.2023	0.216	0.146	0.119

Elaboración propia

En ADF el valor del estadístico t es mayor a los tabulados por lo que no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad. Por otra parte, las pruebas PP y KPSS reportan un valor menor y mayor respectivamente de sus valores tabulados por lo que en la serie de tiempo del PIBE únicamente pasa la prueba de estacionariedad en ADF, pero no en PP y KPSS, por lo que es necesario aplicar diferencias a la serie original y de esta manera evaluar si pasa o no las pruebas de raíz unitaria, lo cual se presenta en la siguiente tabla:

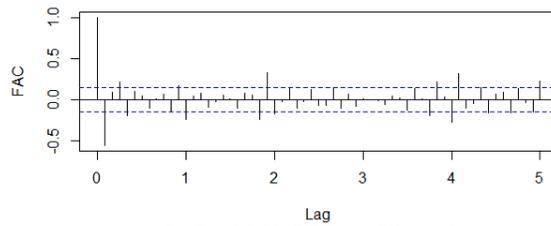
**Tabla 3.2.12. Pruebas de raíz unitaria para el PIBE con diferencia
Estado de México**

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	15.69	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	26.13	3.4704	2.8787	2.5758
<i>KPSS</i>	0.037	0.216	0.146	0.119

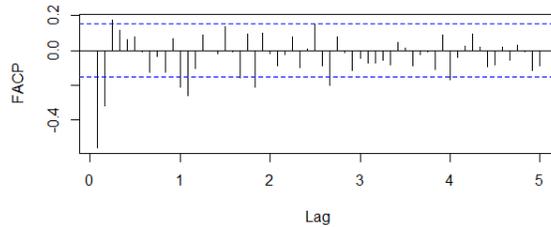
Elaboración propia

De esta manera, una vez que se aplicó diferencia a la serie del PIBE obtuvimos que el valor del estadístico t es mayor a los valores tabulados por lo que no se rechaza la hipótesis nula y por tanto hay estacionariedad en la prueba ADF. En cuanto a PP es el mismo caso, el estadístico t es mayor a los valores tabulados por lo que no se rechaza H_0 por lo que hay estacionariedad. Mientras que en el caso de la prueba KPSS el valor en t es menor respecto a los valores tabulados por lo que se rechaza la hipótesis nula y de esta manera confirmamos que la serie es estacionaria gracias a que pasa las tres pruebas. El análisis de FAC y FACP presentan en los gráficos 3.2.32 y 3.2.33 respectivamente, donde podemos apreciar que la ambas funciones se asemejan a un ruido blanco. Y si retomamos el análisis de normalidad, al momento de aplicar el estadístico JB, su *p-value* es de 0.0285 por lo que se rechaza la hipótesis nula por lo que aún y con diferencias en el PIBE, su distribución no es de tipo normal. Johansen menciona que la no normalidad de la serie se debe a que no hay necesidad de que se verifique que los residuales se alejen demasiado del supuesto de ruido blanco (Johansen, 1995).

**Grafico 3.2.32: PIBE con Diferencia,
función de Autocorrelación Total**



**Grafico 3.2.33: PIBE con Diferencia,
Función de Autocorrelación Parcial**



Elaboración propia

Una vez que comprobamos que la serie del PIBE es estacionaria, continuamos con determinar el orden del modelo:

$$\text{ARIMA } (0,1,2)$$

$$\text{PIBE} = \epsilon_t - 0.7670\epsilon_{t-1} + 0.4179 \epsilon_{t-2}$$

Reportando una media de 3,016.11 millones de pesos, un AIC de 3,015.96 y un BIC de 3,029.32. El diagnóstico del modelo en cuanto a los residuales se muestra en el gráfico 3.2.34 en el cual podemos apreciar que los residuales estandarizados son independientes ya que no convergen al eje 0, es decir, hay un comportamiento irregular en el transcurso de los años. Por otro lado, la ACF de los residuales se asemeja a una serie de ruido blanco. Mientras que los *p-values* del estadístico Ljung-Box son superiores a 0.05 del rezago 1 al 10 rezago, por lo tanto no se rechaza la H_0 , confirmando la independencia de los residuales en la serie.

Gráfico 3.2.34: Diagnóstico de los residuales, PIBE, Estado de México

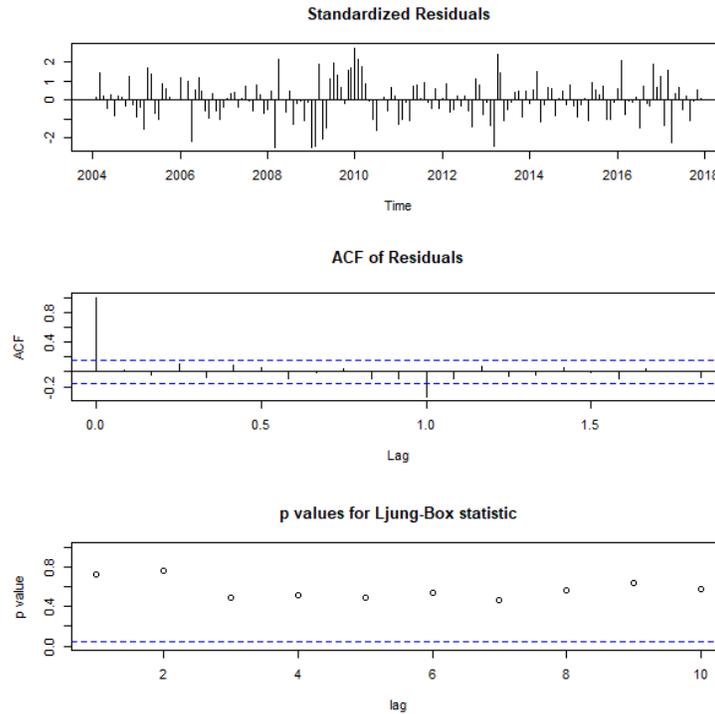
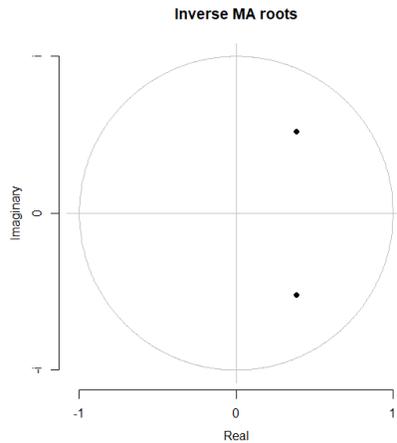


Gráfico 3.2.35: Raíces inversas modelo ARIMA (0,1,2), PIBE Estado de México

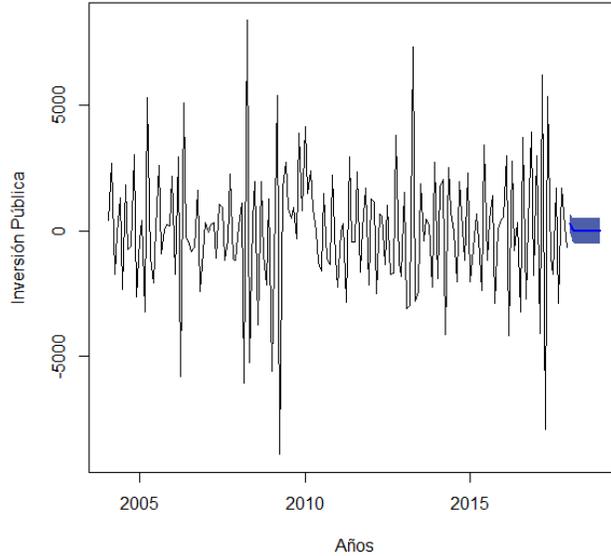


Elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, las raíces inversas del orden del modelo caen dentro del círculo unitario, lo cual da a entender que la estimación del mismo es estable ya que pasa las pruebas de independencia en los residuales además de que los valores de la raíz inversa están dentro del círculo de la unidad. Proseguimos con realizar un pronóstico de los próximos 12 meses del PIBE del Estado de México. Este se muestra en el gráfico 3.2.35 en donde podemos apreciar que para los primeros meses del 2018 el pronóstico determina que el PIBE de la Entidad decrecerá para que posteriormente se encuentre con un

auge en su ciclo económico. Esta estimación se realizó tomando en consideración un nivel de confianza para los intervalos de la predicción del 15%.

Gráfico 3.2.36: Pronóstico del PIBE, Estado de México (12 meses)

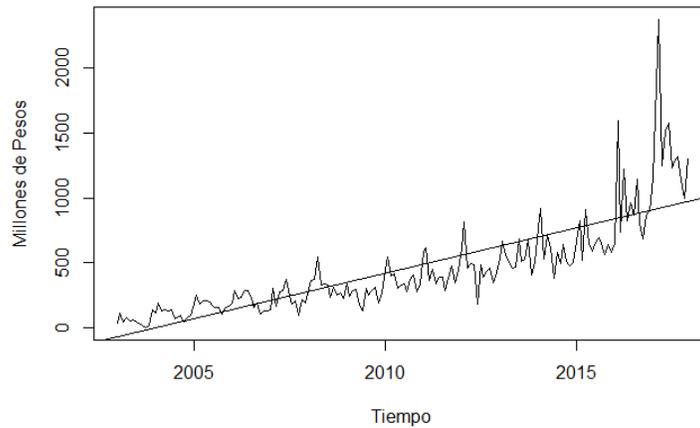


Elaboración propia

San Luis Potosí

Los ID tienen un comportamiento tendencial creciente, con fluctuaciones que recalcan una caída en 2009 y 2010 derivado de la crisis financiera, así como picos en los últimos años fiscales. El comportamiento gráfico se puede observar de la siguiente manera:

Gráfico 3.2.37: San Luis Potosí, Ingresos disponibles 2003-2017 (2003=100)



Elaboración Propia

Vemos que la línea tendencia es relativamente positiva, con tendencia de crecimiento. La estadística descriptiva es la que sigue en la tabla:

**Tabla 3.2.13. Estadística Descriptiva-ID,
San Luis Potosí (Millones de pesos)**

Media	451.45
Varianza	138, 549.13
Desviación Estándar	372.22
Curtosis	5.08
Coefficiente de Asimetría	1.91
Mínimo-Máximo	3.42- 2,374.39

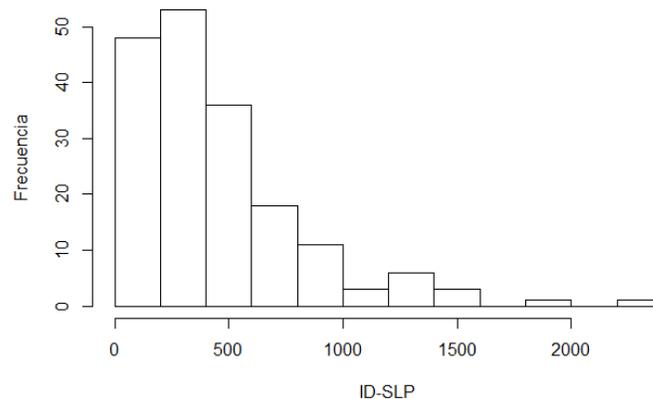
Elaboración Propia

La distribución de la base, podemos dar entendido que esta sesgada a la izquierda, y no tiene el comportamiento de una normal. Para comprobarlo estadísticamente, se calculó JB y se presenta en el gráfico 3.2.37

Jarque-Bera Test: $P\text{-value} = 2.2e^{-16}$

$p\text{-value} < 0.05$; rechazamos $H_0 \therefore$ no hay normalidad en la serie

**Gráfico 3.2.38: Histograma,
Ingresos Disponibles SLP**



Elaboración Propia

Podemos observar que, en primer lugar, la FAC es convergente, sin embargo, no tiene una aproximación a cero, y, asimismo no cae dentro del límite de confianza. Por otro lado, la FACP es oscilante. Podemos visualizar que, en los primeros rezagos, la correlación cae dentro del límite de confianza otorgada por la propia función. Por lo que puede ser una aproximación para la corrección que se tiene que realizar, con el fin de aplicar un modelo uniecuacional.

Gráfico 3.2.39: Función de Autocorrelación Total, Ingresos Disponibles SLP

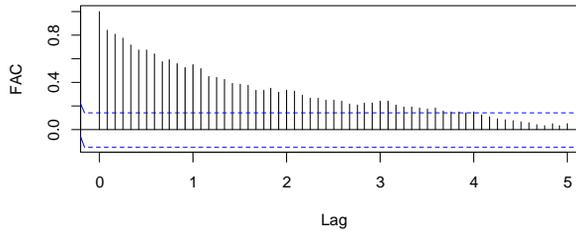
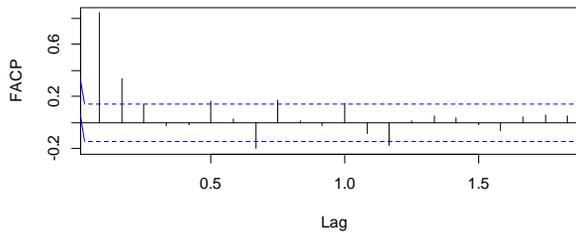


Gráfico 3.2.40: Función de Autocorrelación Parcial, Ingresos Disponibles SLP



Elaboración Propia

Las pruebas de raíz unitaria para los ID de SLP se tabulan a continuación:

Tabla 3.2.14. Pruebas de raíz unitaria para los Ingresos Disponibles, San Luis Potosí

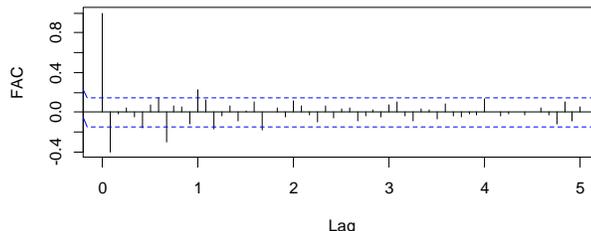
<i>Estadístico</i>	<i>t-statistic value</i>	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
<i>ADF</i>	0.7632	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	7.9838	4.01	3.43	3.14
<i>KPSS</i>	0.224	0.21	0.14	0.11

Elaboración Propia

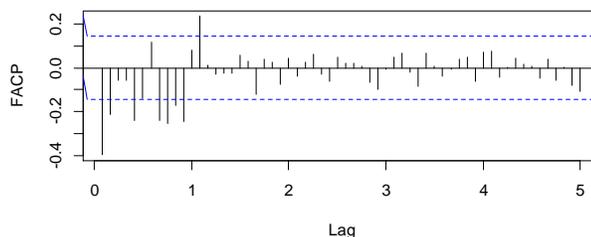
Analizando cada prueba. El estadístico ADF arroja que se rechace la hipótesis nula ya que el valor está por debajo del valor crítico de cinco por ciento. Por otro lado, la prueba KPSS, aplicable para series fraccionarias, no presenta estacionariedad en la serie. Y, por último, la PP, permite la tendencia de la serie; siguiendo el criterio de Mackinnon, a un nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis nula, que enuncia que la trayectoria presenta raíz unitaria con tendencia en la serie de datos, y por ende, la serie de ID presenta estacionariedad con tendencia en la serie. Los resultados son contrarios, ya que la prueba ADF no permite la tendencia, es por ello que enuncia presencia de raíz unitaria, sin embargo, en la prueba PP si tenemos estacionariedad, debido a la tendencia que vimos en gráficos pasados.

Para corregir la serie, se aplicó la primera diferencia. Con ello, pudimos comprobar que se corrigió en la prueba de raíces unitarias (véase tabla 3.2.12), con excepción de ADF. No obstante, al momento de aplicar el estadístico JB en la serie diferenciada, aún no se logró que la serie se comporte como una normal. La FAC y FACP se visualizan de la siguiente manera:

**Gráfico 3.2.41. ID con diferencias,
función de Autocorrelación Total**



**Gráfico 3.2.42. ID con diferencias,
Función de Autocorrelación Parcial**



Elaboración propia

Partiendo de lo anterior, tenemos las siguientes pruebas para raíces unitarias

**Tabla 3.2.15. Pruebas de raíz unitaria para los Ingresos Disponibles con diferencia,
San Luis Potosí**

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
<i>ADF</i>	14.70	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	33.35	3.47	2.82	2.57
<i>KPSS</i>	0.048	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

Vemos que, a diferencia del resultado con la serie no diferenciada, las tres pruebas son positivas para el propósito. Partiendo ahora con los resultados de las pruebas de raíces unitarias, así como la visualización del comportamiento de la serie, podemos modelar una ecuación que se adapte a la serie ID, así que cumpla con las condiciones de invertibilidad y ergodicidad. Después de diversas pruebas, se concluyó que el modelo ARIMA para la presente serie sea:

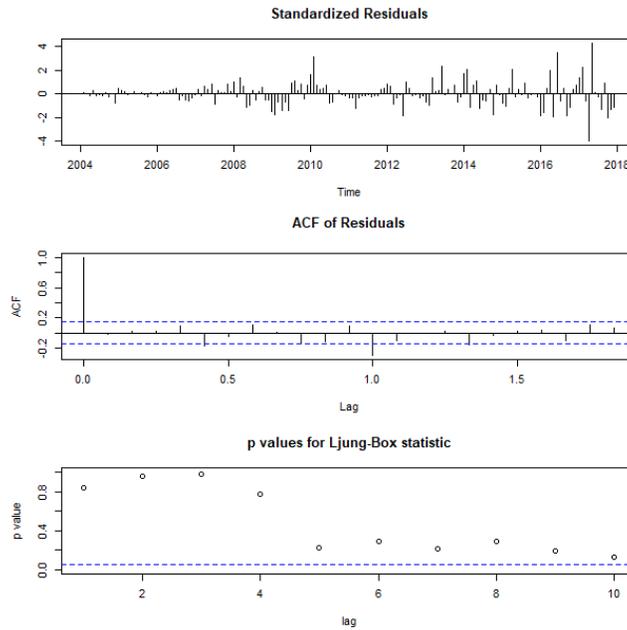
$$\text{ARIMA } (0, 1, 1)$$

Siendo el mejor modelo, pudiéndose modelar como un MA (4); la forma en ecuación de los ID es la siguiente:

$$ID = \epsilon_t - 0.6830\epsilon_{t-1}$$

Asimismo, la media 2,713.63 el modelo tiene un valor en términos de $AIC=2713.56$, y del $BIC=2719.8$. Las correcciones en el modelo podemos visualizarlas en los siguientes gráficos:

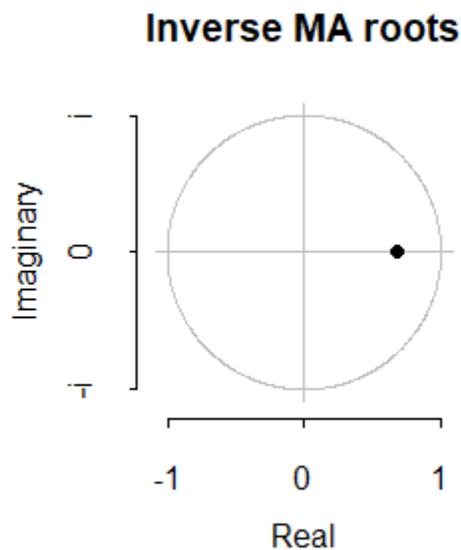
Gráfico 3.2.43. Diagnóstico de los residuales, Inversión Pública, SLP.



Elaboración Propia

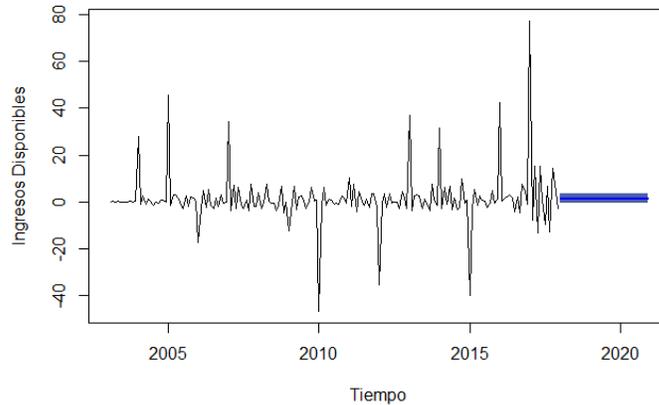
Además, el modelo $ARIMA(0, 1, 1)$, podemos comprobar que cumple con las condiciones de invertibilidad, por lo que sus raíces caen dentro del círculo unidad, mediante el siguiente gráfico:

Gráfica 3.2.44. Raíz inversa de los Ingresos Disponibles, San Luis Potosí



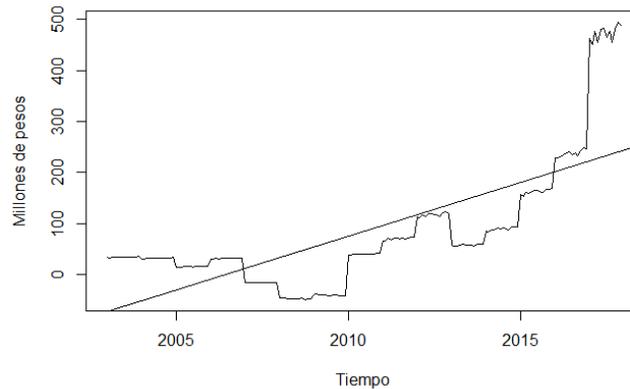
Como podemos observar, el modelo seleccionado para los ID de San Luis Potosí, cae dentro del círculo unidad, por lo que se aprueba la condición de estabilidad. Asimismo, podemos hacer un pronóstico de la posible o futura trayectoria de los ID, teniendo en cuenta la memoria de dato y siguiendo el modelo ARIMA (0, 1, 1). La gráfica que aparece a continuación muestra una caída, después de 2015, en los ingresos disponibles para la entidad federativa, por lo que, es menester preguntarse el porqué. Posiblemente, ya que se tiene contemplado el pago de la deuda pública, tiene un rubro de pago que puede tener efectos negativos a dicha variable, y/o, por otro lado, tenemos una merma en la actividad económica, y por ende, una caída o estancamiento de los ingresos a precios constantes. Donde las condiciones exógenas y endógenas al Estado, este ligado al quehacer gubernamental y otros factores no incumbentes en la presente tesis. El comportamiento del pronóstico es el siguiente, teniendo en cuenta un margen de error de quince por ciento:

Gráfico 3.2.45. Pronóstico ID, San Luis Potosí (12 meses)



Transferencias Estatales.

Gráfico 3.2.46. San Luis Potosí, Transferencias Estatales 2003-2017 (2003=100)



Podemos observar que, en los primeros años, antes de 2015, el comportamiento tiene una tendencia constante, sin embargo, hay un importante repunte en los tres últimos años de la serie, por lo que puede complicar el estudio, debido que, grosso modo, no se puede visualizar un cumplimiento de estacionariedad. Prosigamos con las pruebas, haciendo un repaso de la estadística descriptiva de la serie TE.

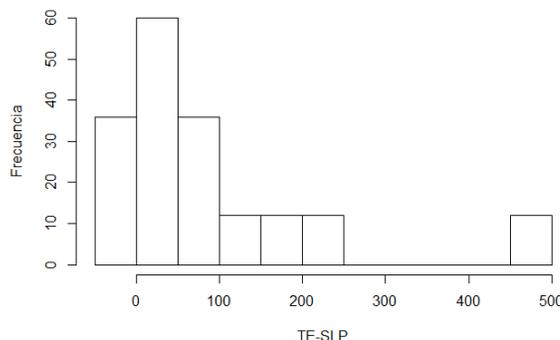
**Tabla 3.2.16. Estadística Descriptiva-TE,
San Luis Potosí (Millones de pesos)**

<i>Media</i>	84.02
<i>Varianza</i>	16,079.22
<i>Desviación Estándar</i>	126.80
<i>Curtosis</i>	3.46
<i>Coficiente de Asimetría</i>	1.90
<i>Mínimo-Máximo</i>	0.00 - 494.44

Elaboración Propia

Podemos visualizar rangos en cero, principalmente en los años alrededor del 2009, derivado de la crisis financiera, con la caída del producto a nivel nacional, lo que ocasionó recortes importantes en las erogaciones de la entidad. Así como erogando fondos para la estabilidad financiera y municipal, por lo que hay una merma tanto en el gasto como en el ingreso. La normalidad de dicha variable, como primera prueba estadística. Gráficamente, la podemos visualizar mediante un histograma de la variable, para caso de los TE de San Luis Potosí, el comportamiento es el siguiente:

Gráfico: 3.2.47: Histograma, Transferencias Estatales SLP



Elaboración Propia

Podemos visualizar que las observaciones están cargadas hacia la izquierda y no presentan rasgos visuales de un comportamiento normal. Para comprobarlo, se corre el estadístico Jarque-Bera, el cual dio como resultado:

$$\text{Jarque-Bera Test: } P\text{-value} = 2.2e^{-16}$$

$$p\text{-value} < 0.05; \text{ rechazamos } H_0 \therefore \text{ no hay normalidad en la serie}$$

Se continua en observar la Función de Correlación Total, así como la Función de Autocorrelación Parcial. Para las TE de San Luis Potosí, dichas funciones presentan el siguiente comportamiento:

Gráfico 3.2.48: Función de Autocorrelación Total, Transferencias Estatales SLP

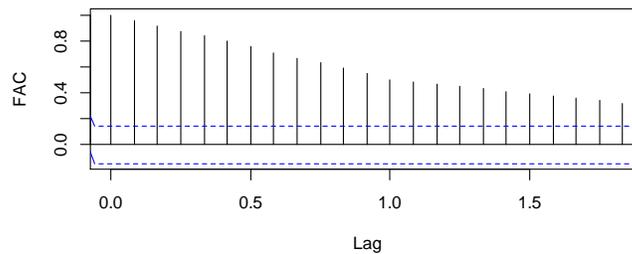
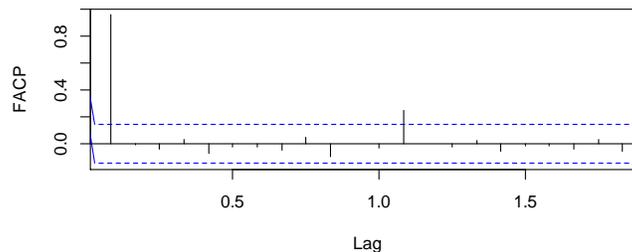


Gráfico 3.2.49: Función de Autocorrelación Parcial, Transferencias Estatales SLP



Elaboración propia

La FAC tiene una convergencia, empero, no entra en la banda de confianza, por lo que existe autocorrelación en los errores. Tomando en cuenta los valores intermedios, con la función de autocorrelación parcial, podemos observar que, para el primer rezago, los valores caen en la banda de confianza. Por lo que, tomando en cuenta los valores intermedios, podemos intuir que no existe autocorrelación en los errores.

Siguiendo con el análisis de la serie TE, se analizarán los resultados de si el proceso presenta una raíz unitaria, con ello damos pie a averiguar si la serie es estacionaria.

Tabla 3.2.17. Pruebas de raíz unitaria para las Transferencias Estatales, San Luis Potosí

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
<i>ADF</i>	2.420	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	7.9838	4.01	3.43	3.14
<i>KPSS</i>	0.224	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

Para la prueba ADF, podemos concluir con este estadístico, que la serie presenta problemas de raíz unitaria, a un nivel de significancia del uno por ciento, sin embargo, tomando un margen de cinco y diez por ciento, la prueba arroja que rechazamos la hipótesis nula. Para la prueba KPSS, rechazamos la hipótesis nula donde la serie es estacional con tendencia. Y, por último, el resultado del estadístico PP, con un nivel de significancia del 5%, no rechazamos la hipótesis nula, la que quiere decir que la trayectoria de la serie presenta raíz unitaria con tendencia en la serie. Se aplicó la primera diferenciación a la serie, con el objetivo

de conseguir que ésta, se comporte como una serie estacionaria, así como pueda pasar las pruebas hechas previamente con variables anteriores. Pasamos a observar las FAC y la FACP:

Gráfico 3.2.50: Función de Autocorrelación Total, TE con diferencia SLP

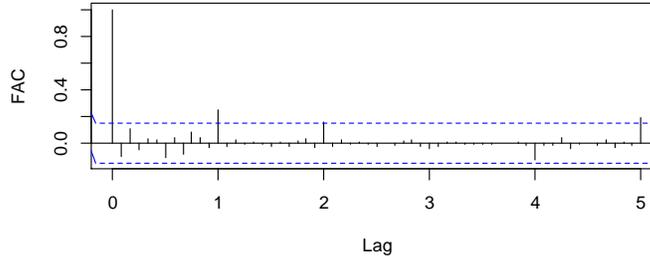
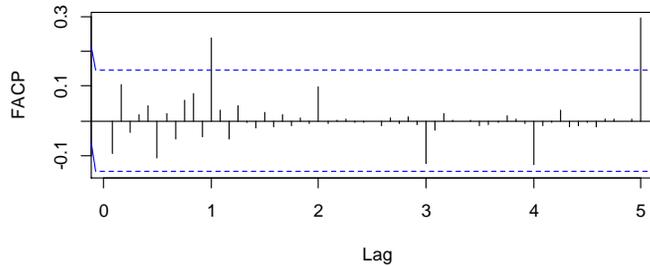


Gráfico 3.2.51: Función de Autocorrelación Parcial, TE con diferencia SLP



Elaboración propia

Podemos observar que, a partir del primer rezago, los estadísticos caen dentro de la banda de confianza y estos son convergentes a cero, podemos decir que gracias a la diferenciación se corrigió dicho problema en los errores. Las pruebas de raíces unitarias son las que siguen:

Tabla 3.2.18. Pruebas de raíz unitaria para las Transferencias Estatales con diferencia, San Luis Potosí

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
<i>ADF</i>	8.54	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	14.64	3.47	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.108	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

Podemos observar que la prueba ADF es significativa a ningún nivel de confianza, donde por otro lado, la prueba PP da pie a rechazar la hipótesis nula, donde la serie presenta raíz unitaria, así como la prueba KPSS nos menciona que la prueba, no presenta problemas de raíz unitaria, a nivel de uno, cinco y diez por ciento. Representar la serie TE en un modelo, con el fin de aplicar series de tiempo, después de pruebas, se determinó que la serie no necesitó alguna diferenciación. Para poder representarlo, tal que cumpla con las condiciones de estacionariedad, se estableció el siguiente modelo:

$$\text{ARIMA (2, 1, 2)}$$

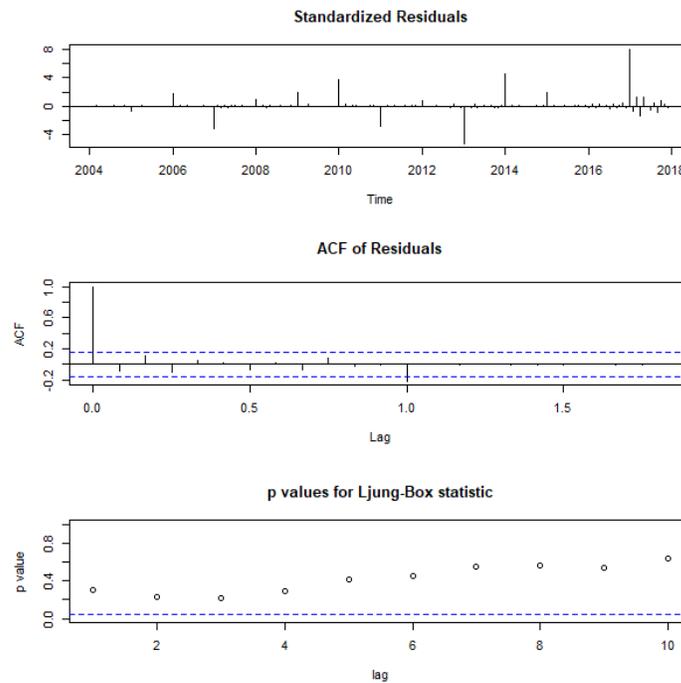
Es decir, una representación AR(2) y MA (2) de tal forma que nuestra variable TE de San Luis Potosí, es posible representarla mediante la siguiente ecuación:

$$TE = TE_{t-1} + TE_{t-1} + \epsilon_t - \epsilon_{t-1} - \epsilon_{t-2}$$

$$TE = -1.628\epsilon_{t-1} - 0.946\epsilon_{t-1} + \epsilon_t + 1.580\epsilon_{t-1} - 0.958\epsilon_{t-2}$$

El modelo ARIMA (2, 0, 2) para las TE de San Luis Potosí, presenta un promedio de 1,474.66 millones de pesos, un estadístico de AIC de 1,467.94, mientras el estadístico BIC es de 1,471.06. Siendo ambos los más bajos dentro de los modelos probados para la presente serie. Por otro lado, el modelo presenta el comportamiento de los errores de la siguiente manera:

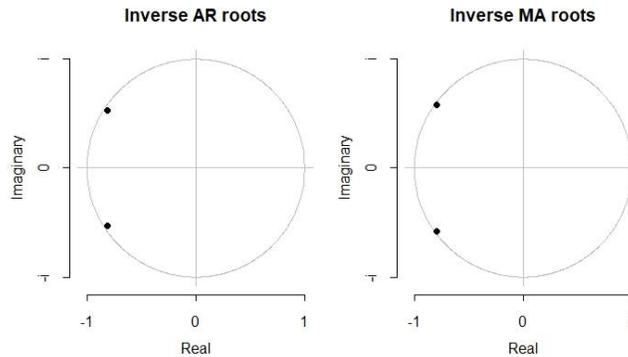
Gráfico 3.2.52. Diagnóstico de los residuales, Transferencias Estatales, SLP.



Elaboración propia

Con el modelo que se eligió, se puede observar que la función de autocorrelación converge hacia cero dentro de la banda de confianza, mientras el estadístico Ljung-Box, caen alrededor del cero. Por otro lado, podemos observar que el modelo ARIMA (2, 1, 2) para las TE, cae dentro del círculo unitario, gráficamente lo podemos ver de la siguiente manera:

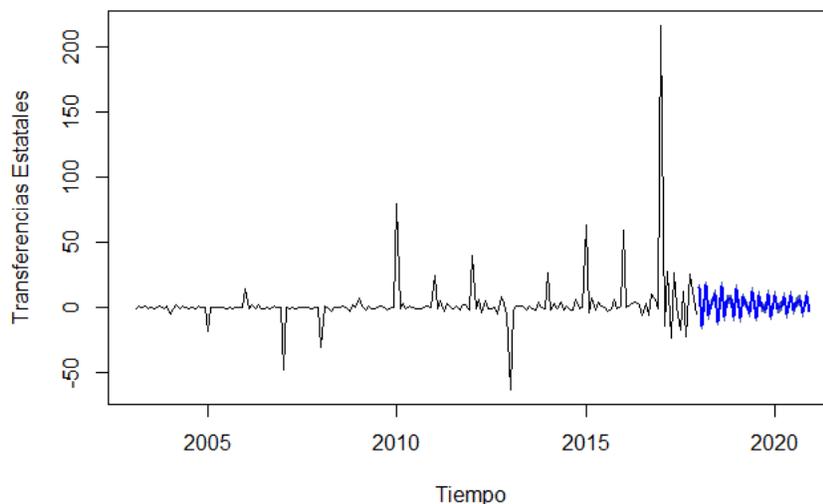
Gráfico 3.2.53. Raíces inversas modelo ARIMA (2,1,2), TE SLP



Elaboración propia

Por último, se realiza un pronóstico de la posible o futura trayectoria de las TE, teniendo en cuenta la memoria de dato y siguiendo el modelo ARIMA (2, 1, 2). El comportamiento gráfico que se muestra a continuación, se observa una posible caída en las erogaciones de transferencias estatales. Existen factores que podemos intuir el porqué. Por un lado, el estancamiento económico o un posible cambio en la política económica de la entidad. O por otro, es posible una mala especificación del modelo, tomando en cuenta que a partir del 2015 las transferencias empezaron a incrementar de manera importante, estancándose en los últimos meses de los que contamos información. Se presenta la gráfica de la tendencia a seguir:

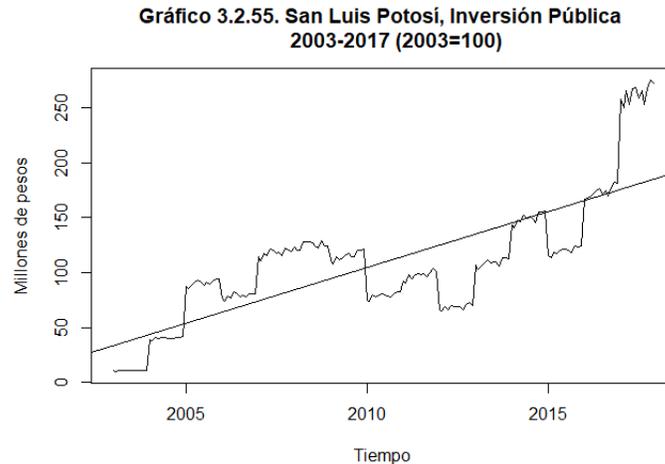
Gráfico 3.2.54. Pronóstico TE, San Luis Potosí (12 meses)



Elaboración propia

Inversión Pública

La IP de San Luis Potosí presenta el siguiente comportamiento:



Elaboración Propia

Las observaciones mensuales desde el 2003, tienen una tendencia positiva. Con cierto estancamiento después del 2010, aunque con un repunte importante a partir del 2015. Para partir el análisis de la variable, se presentan las medidas de estadística descriptiva de la IP:

**Tabla 3.2.19. Estadística Descriptiva-ID,
San Luis Potosí (Millones de pesos)**

<i>Media</i>	109.18
<i>Varianza</i>	3,252.53
<i>Desviación Estándar</i>	57.03
<i>Curtosis</i>	1.61
<i>Coefficiente de Asimetría</i>	0.94
<i>Mínimo-Máximo</i>	10.21-275.10

Elaboración Propia

El comportamiento de la variable en la estadística descriptiva tiene movimientos menos violentos, en comparación con las TE. Tenemos que, hay concentración de datos en torno a la media, debido a los coeficientes de asimetría y curtosis. Sin embargo, se puede inferir que su comportamiento es más atribuible a una normal en relación con las TE, para ello se aplica la prueba Jarque-Bera para normalidad de la serie:

$$\text{Jarque-Bera Test: P-value} = 2.2e^{-16}$$

$p - \text{value} < 0.05$; rechazamos H_0 \therefore no hay normalidad en la serie

Con el resultado de la prueba podemos concluir que la serie no proviene de una distribución normal, debido a que es menor al nivel de significancia. Con lo que se rechaza la hipótesis nula. Ahora, se analizará la dependencia en los errores, a través de la FAC y FACP.

Gráfico 3.2.56. Función de Autocorrelación Total, Inversión Pública SLP

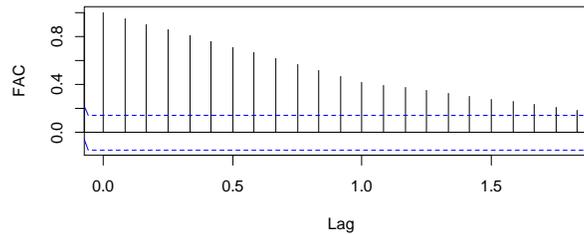
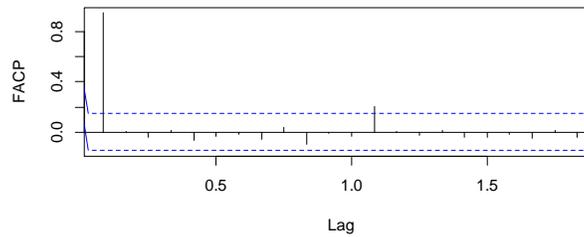


Gráfico 3.2.57. Función de Autocorrelación Parcial, Inversión Pública SLP



Elaboración propia

Para la FAC, observamos que a medida que se aumenta el rezago, la autocorrelación tiende a decrecer, pero muy lento. Por lo que se concluye que los errores no son totalmente independientes y tienen cierto grado de dependencia entre ellos. Por otro lado, la FACP quita los efectos intermedios de otros rezagos entre la medición. Podemos observar que converge a cero, caen dentro del intervalo de confianza, lo que podemos inferir es que los errores son débilmente independientes.

El análisis de raíces unitarias se presenta a continuación para la IP de San Luis Potosí:

Tabla 3.2.20. Pruebas de raíz unitaria para la Inversión Pública, San Luis Potosí

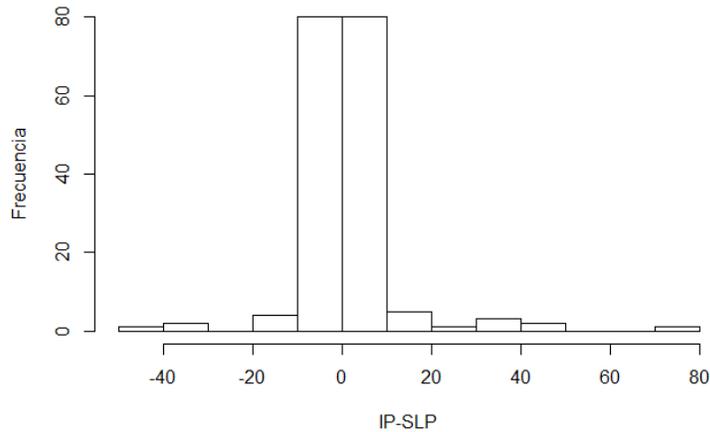
<i>Estadístico</i>	<i>t-statistic value</i>	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-	1%	5%	10%
<i>ADF</i>	1.725	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	0.149	4.01	3.43	3.14
<i>KPSS</i>	0.169	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

La prueba ADF da como resultado que la serie IP presenta raíz unitaria, ya que el valor en tablas es menor que el nivel de significancia, a uno y cinco por ciento. Por otro lado, con un nivel de significancia de diez por ciento, la prueba arroja que se rechace la hipótesis nula. En el segundo estadístico, KPSS, no rechazamos la hipótesis nula, donde la serie presenta estacionariedad a un nivel de significancia del uno por ciento. Por último, la prueba PP, presenta en valor absoluto en tablas menor al valor crítico, de modo que se acepta la hipótesis nula, donde la serie tiene una trayectoria con tendencia.

Se aplicó la primera diferencia a la serie, debido a que tiene un mejor comportamiento en su distribución, en la FAC y en la FACP, así como en las pruebas de raíces unitarias, a excepción de una, vemos que, aplicando la primera diferencia, el histograma queda de la siguiente manera:

Gráfico: 3.2.58: Histograma, Inversión Pública con rezago



Elaboración propia

Las funciones FAC y FACP se comportan de la siguiente manera:

Gráfico 3.2.59: Función de Autocorrelación Total, IP con rezago San Luis Potosí

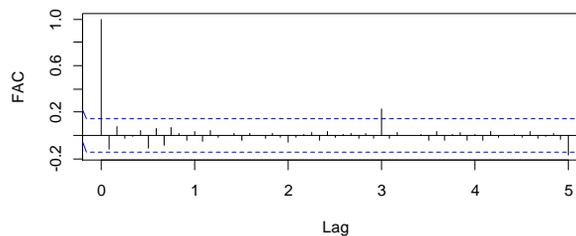
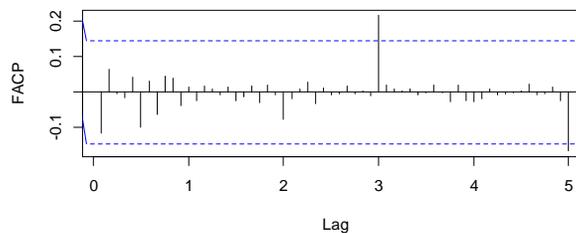


Gráfico 3.2.60: Función de Autocorrelación Parcial, IP con rezago San Luis Potosí



Elaboración propia

Observamos que los valores de las funciones FAC y FACP caen dentro de la banda de confianza y estas tienden a cero, pasamos a observar el comportamiento de la serie IP con primera diferencia en las pruebas de raíces unitarias:

Tabla 3.2.21. Pruebas de raíz unitaria para la Inversión Pública con diferencia, San Luis Potosí

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			
<i>ADF</i>	9.09	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	13.60	3.47	2.87	2.57
<i>KPSS</i>	0.036	0.21	0.14	0.11

Con la diferenciación de la serie, la prueba ADF logra pasar la prueba, donde no se presenta raíz unitaria, para los tres niveles de significancia. Sin embargo, la prueba KPSS logra pasar a un nivel de uno y cinco por ciento, donde se acepta la hipótesis nula, serie estacional con tendencia. Finalmente, la prueba PP, logra su objetivo a cualquier nivel de significancia propuesto en la tabla. Siendo la serie estacionaria con tendencia. Ahora bien, tenemos que los errores no tienen independencia entre sí, y en las pruebas de raíces unitarias, en todos los casos hay presencia de raíces unitarias. Además de que las observaciones no se distribuyen de manera normal. Se encontrará un modelo capaz de pasar las pruebas, además de cumplir con las condiciones de estacionariedad. Después de varios experimentos, se encontró que el mejor modelo para representar la IP de San Luis Potosí es el siguiente:

$$\text{ARIMA}(0, 1, 1)$$

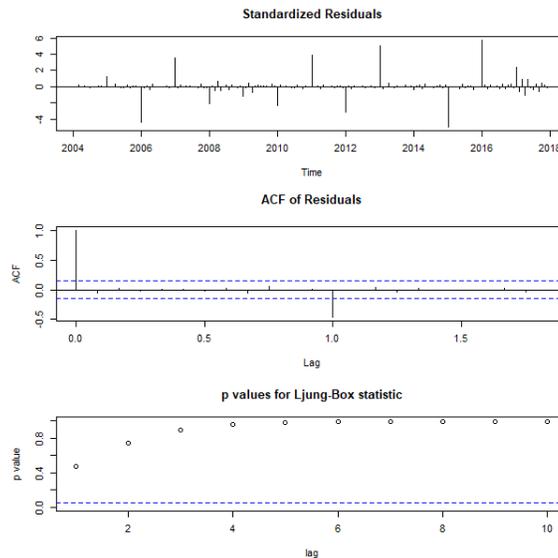
La serie IP, puede explicarse por un modelo MA (1), resultante igual el modelo para la serie TE. El modelo IP se presentará a continuación, así como sus respectivas diferencias a través de gráficas y criterios de estacionariedad:

$$IP = \epsilon_t - \epsilon_{t-1}$$

$$IP = \epsilon_t - 0.103\epsilon_{t-1}$$

Vemos en la representación, formado de orden uno de medias móviles, que el modelo presenta una media de 1,370.74 millones de pesos, un estadístico de AIC de 1,367.19, siendo el menor entre las demás pruebas realizadas. Por otro lado, el estadístico BIC tiene como valor 1,370.31. Aplicando el mismo criterio que el AIC. Con el presente modelo, podemos ver que la FAC cambia, de modo que se puede apreciar una débil independencia de los errores, así como en su distribución. La gráfica para el estadístico Ljung-Box, corre alrededor del cero, se presentan los gráficos:

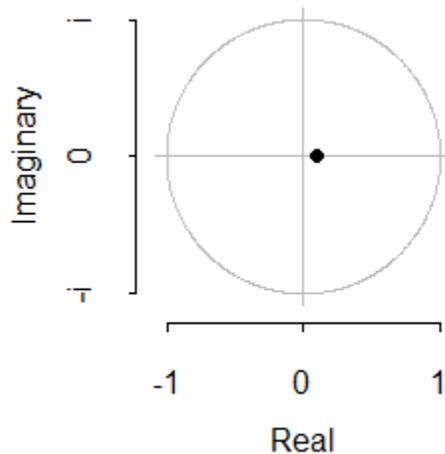
Gráfico 3.2.61. Diagnóstico de los residuales, Inversión Pública, SLP.



Elaboración propia

Por otro lado, podemos observar que los valores del modelo ARIMA (0, 1, 1), cumplen con la condición de invertibilidad, siendo que estos caen dentro del círculo unidad, como se muestra a continuación en la gráfica:

Gráfica 3.2.62. Raíz Inversa MA, Inversión Pública San Luis Potosí

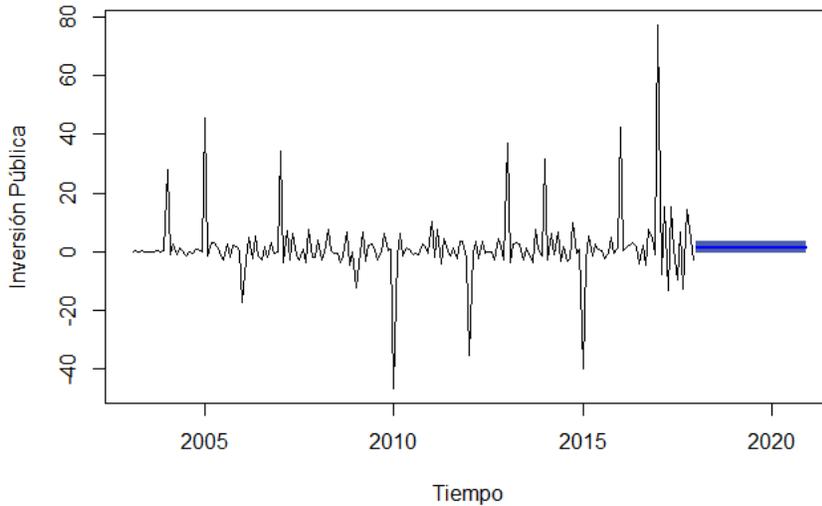


Elaboración propia

Por último, se presenta un pronóstico del comportamiento de la IP de San Luis Potosí, con el modelo ARIMA (0, 1, 1), el cual fue el que mejor se adecuó para la estacionariedad de la serie, en la gráfica que prosigue, podemos observar que al igual que las TE, se pronostica una severa caída en la IP en los próximos años fiscales, como se aclaró antes, al pendiente de los resultados que publique el INEGI sobre dichas

variables, para poder confirmar o rechazar el pronóstico hecho. La caída se infiere al estancamiento económico y/o una caída en los ingresos disponibles para reasignarlo a la IP del Estado.

Gráfico 3.2.63: Pronóstico IP, San Luis Potosí (12 meses)

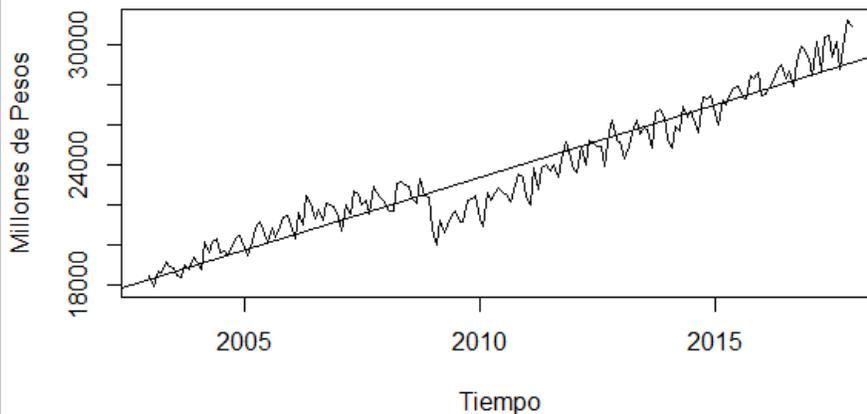


Elaboración propia

PIBE

La última variable a analizar por parte de San Luis Potosí, es su Producto Interno Bruto Estatal, que puede tener cierta explicación por el quehacer gubernamental, sin embargo, es una variable predeterminada para la presente tesis, se verá más adelante la relación de esta con las demás. Las observaciones están de la siguiente manera:

Gráfico 3.2.64: San Luis Potosí, PIBE 2003-2017 (2013=100)



Elaboración propia

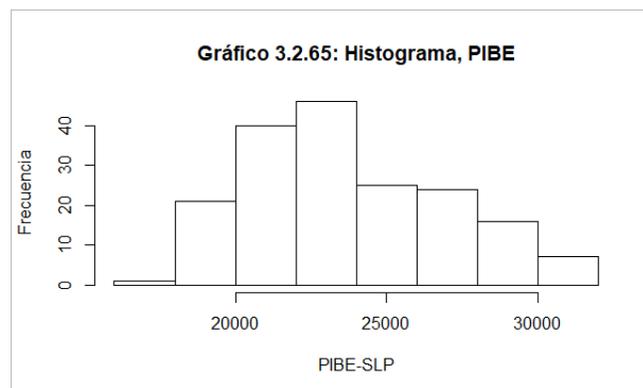
Vemos que la trayectoria del PIBE, a precios constantes de 2013, es positivo. Observamos que hay una caída antes de 2010, derivado de la caída del producto nacional a consecuencia de la crisis financiera internacional. Pero, salió con una trayectoria favorable. La estadística descriptiva del PIBE se presenta a continuación:

**Tabla 3.2.22. Estadística Descriptiva-PIBE,
San Luis Potosí (Millones de pesos)**

<i>Media</i>	23, 681.22
<i>Varianza</i>	10, 781, 767.86
<i>Desviación Estándar</i>	3, 283.56
<i>Curtosis</i>	-0.81
<i>Coficiente de Asimetría</i>	0.40
<i>Mínimo-Máximo</i>	17,920.78-31,223.32

Elaboración propia

Podemos observar que la varianza de la muestra es demasiado alta que, por un lado, se debe a la magnitud de medición del producto, comparado con la IP o TE que representa menos de cinco por ciento del PIBE. Por otro lado, vemos que el coeficiente de asimetría es cercano a cero, por lo que nos acerca que la distribución tenga el comportamiento de una normal. Para observarlo, se realiza un histograma para visualizarlo:



Elaboración propia

Podemos observar que la distribución se asemeja a una normal, las observaciones están ligeramente cargadas hacia la izquierda. Para comprobar que se trata de una normal, se procede con la prueba de normalidad Jarque-Bera, el resultado es el siguiente:

Jarque-Bera test: P-value= 0.01

Con un nivel de significancia de cinco por ciento, la prueba se rechaza, de modo que la distribución no corresponde a una normal. Sin embargo, al uno por ciento, la prueba pasa y se puede aceptar la hipótesis nula, ya que P-value está por arriba del nivel crítico. Ahora, vemos la independencia de los errores, a través de la FAC y FACP.

Gráfico 3.2.66: Función de Autocorrelación Total, PIBE

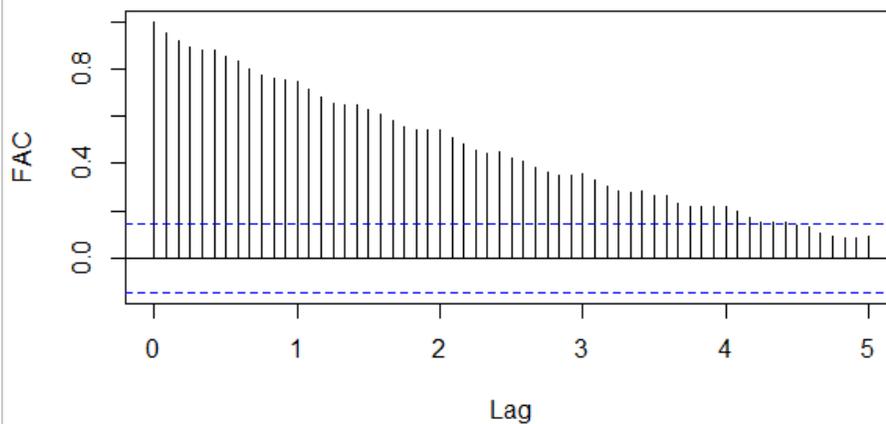
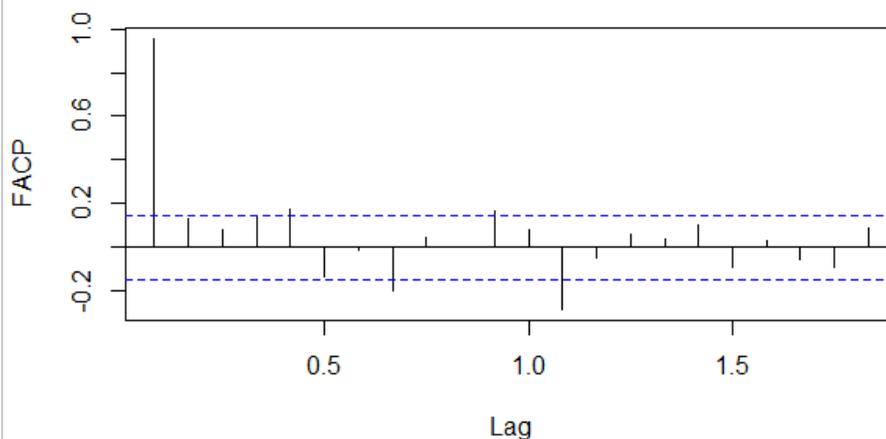


Gráfico 3.2.67: Función de Autocorrelación Parcial, PIBE



Elaboración propia

Podemos observar que, en FAC, los valores que se desprenden de la función no entran en la banda de confianza, sino hasta el quinto rezago, por lo que podemos dar pie a decir que los errores no son independientes a través del tiempo. Por otra parte, analizando la gráfica de la FACP, podemos ver que, omitiendo el efecto de residuos intermedios, el comportamiento desprende que se trata de una débil independencia de los errores. Más adelante, visualizaremos que, en un modelo especificado, se corrijan la autocorrelación. Pasamos al análisis de las raíces unitarias, se presenta un resumen de los resultados con las diferentes pruebas:

Tabla 3.2.23. Pruebas de raíz unitaria para el PIBE, San Luis Potosí

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-			

Tabla 3.2.23. Pruebas de raíz unitaria para el PIBE, San Luis Potosí

	1.724	2.58	1.95	1.62
<i>ADF</i>	1.724	2.58	1.95	1.62
<i>PP</i>	6.938	4.01	3.43	3.14
<i>KPSS</i>	0.243	0.21	0.14	0.11

Elaboración propia

Podemos observar que, en la primera prueba, ADF, los valores de salida del estadístico concluyen que la serie no presenta raíz unitaria, por lo que se rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria. A un nivel de significancia de uno y cinco por ciento. En la segunda prueba, KPSS igual manera menciona que la serie no estacionaria para dicha prueba, ya que se rechaza la hipótesis nula, donde menciona que la serie es estacional con tendencial. Por último, se presenta la prueba PP, el resultado concluye que la serie es estacionaria con tendencia. Ya que el valor de tablas es mayor, en términos absolutos, que el estadístico a uno, cinco y diez por ciento. De modo que se rechaza la hipótesis nula donde hay presencia de raíz unitaria.

Con los resultados anteriores, dado que no logró pasar en la prueba ADF, se probará con una diferenciación la serie, de modo que nos queda los siguientes resultados:

Tabla 3.2.24. Pruebas de raíz unitaria para el PIBE, San Luis Potosí

<i>Estadístico</i>	t-statistic value	Valores críticos tabulados		
		1%	5%	10%
-	-	1%	5%	10%
<i>ADF</i>	15.69	3.99	3.43	3.13
<i>PP</i>	26.13	3.47	2.87	2.56
<i>KPSS</i>	0.037	0.21	0.14	0.11

De igual manera que las otras variables analizadas, se realizaron experimentos para ver cuál modelo se acoplaría mejor a la serie. Dicho modelo se presenta:

$$\text{ARIMA}(4, 1, 3)$$

El modelo resultante es un tipo AR (4) y MA (2), es decir, el PIBE se explica con medias móviles y sus rezagos, teniendo consigo un resultado de AIC de 2,508.02 y BIC de 2532.96, teniendo una media, 3,016.11 millones de pesos. Siendo los valores más bajos para los modelos de prueba. El modelo resultante se presenta en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$PIBE = PIBE_{t-1} + PIBE_{t-2} + PIBE_{t-3} + PIBE_{t-4} + \epsilon_{t-1} + \epsilon_{t-2} + \epsilon_{t-3}$$

$$PIBE = 1.04\epsilon_{t-1} + 0.11\epsilon_{t-2} + 0.07\epsilon_{t-3} - 0.40\epsilon_{t-4} - 1.86\epsilon_{t-1} + 1.07\epsilon_{t-2} - 0.14\epsilon_{t-3}$$

El modelo ARIMA (4, 1, 3) presenta las correcciones siguientes:

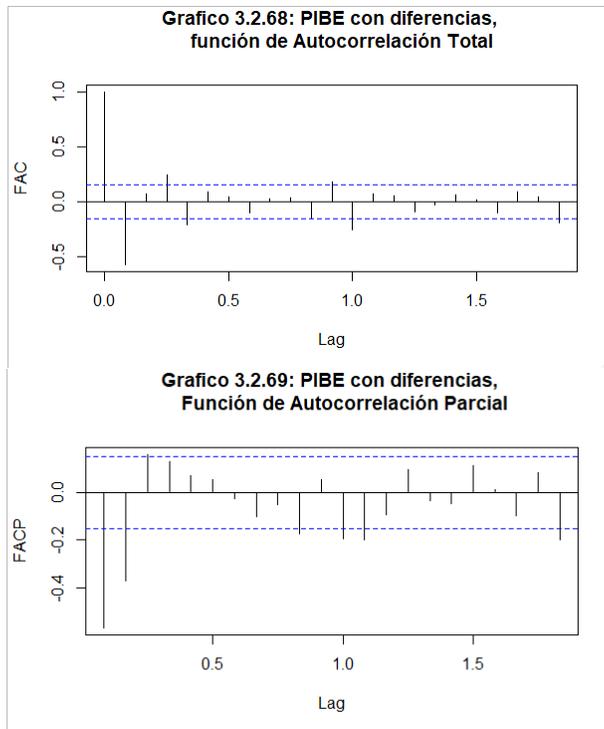
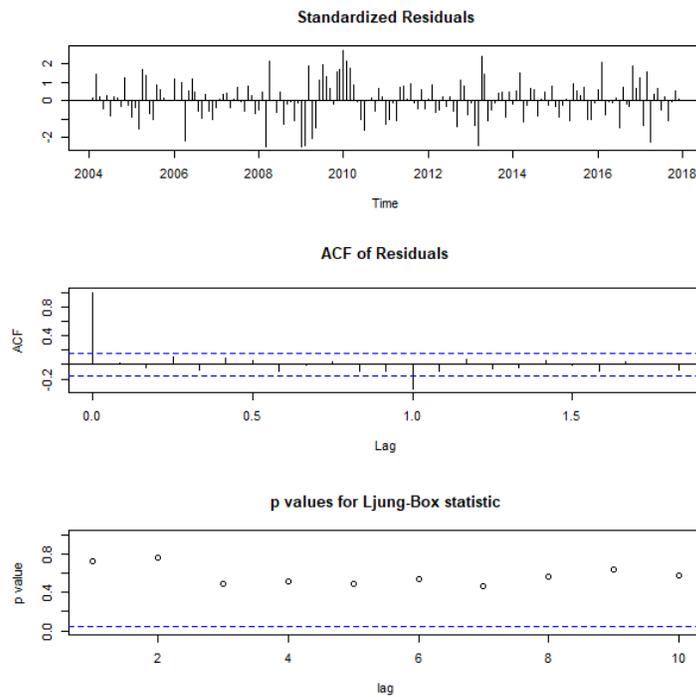
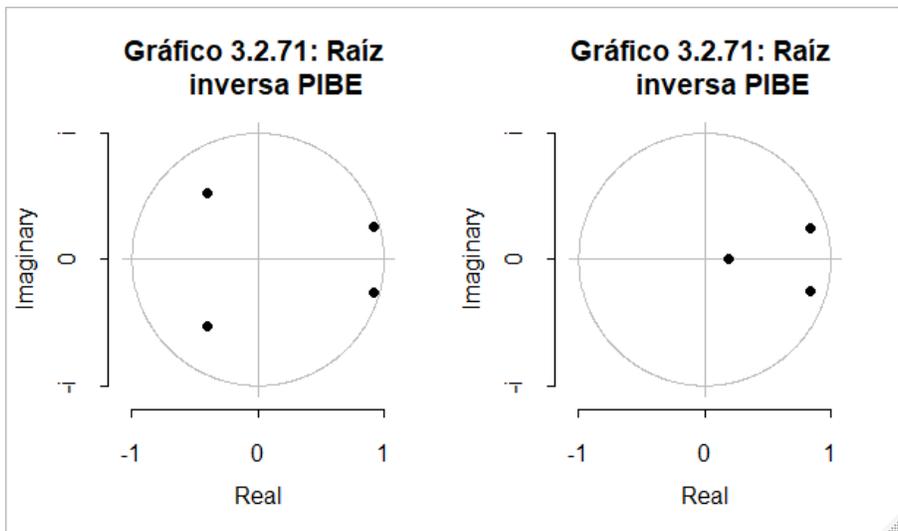


Gráfico 3.2.70: Diagnóstico de los residuales, PIBE, SLP.

Elaboración propia

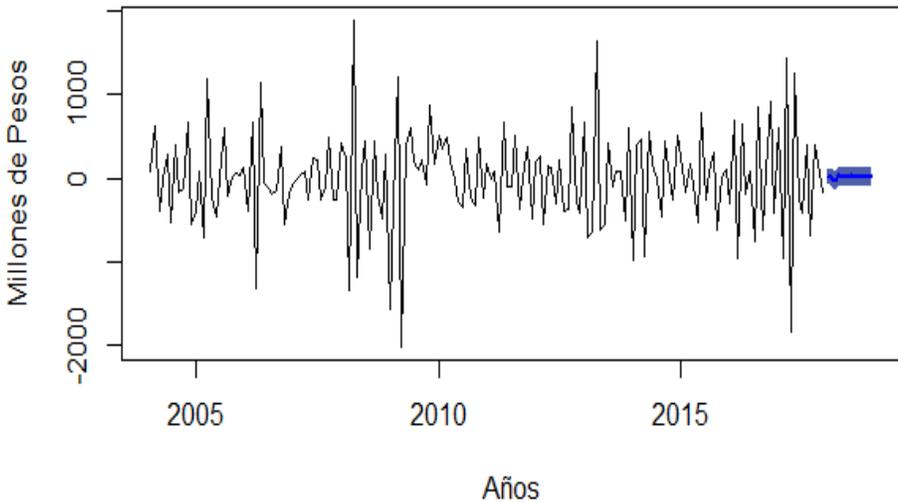


Elaboración propia



Elaboración Propia

Gráfico 3.2.72: Pronóstico PIBE, San Luis Potosí (12 meses)



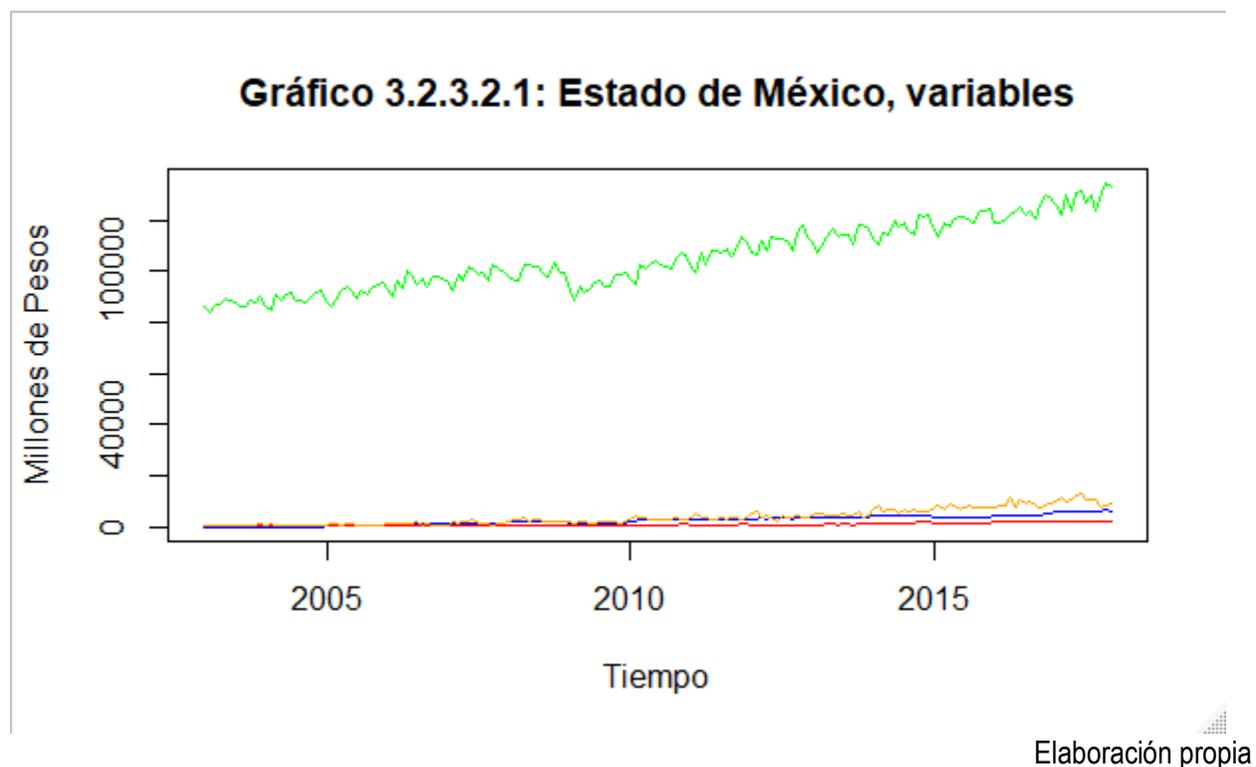
Elaboración propia

Podemos observar que, el modelo propuesto, las raíces caen dentro del círculo unitario, de modo que podemos concluir es positiva la condición general de estabilidad. Por otro lado, se calculó un pronóstico de la tendencia de la serie. Podemos observar que, a diferencia de las otras variables de San Luis Potosí, éste se comporta de una manera o trayectoria casi nula. Es decir, hay una decadencia en el crecimiento del PIBE, pero no es tan precipitada a comparación con las otras variables analizadas. Lo que es atribuible al lento crecimiento económico mostrado en los últimos años, así como variables de política económica de la propia entidad federativa, cosa que se analizará posteriormente.

Una vez concretados los modelos uniecuacionales, pasaremos a examinar la relación entre las variables para cada entidad federativa, a través de la metodología de los modelos tipo VAR, así como sus pruebas correspondientes. El camino a seguir será la especificación del modelo para su correspondiente entidad, y a la vez logren aprobar las pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad y estabilidad del modelo. Después, se correrán las pruebas de impulso respuesta, a través de choques en las innovaciones, donde a través de un gráfico probaremos si la especificación del modelo es estable y, por último, el análisis de la descomposición de la varianza.

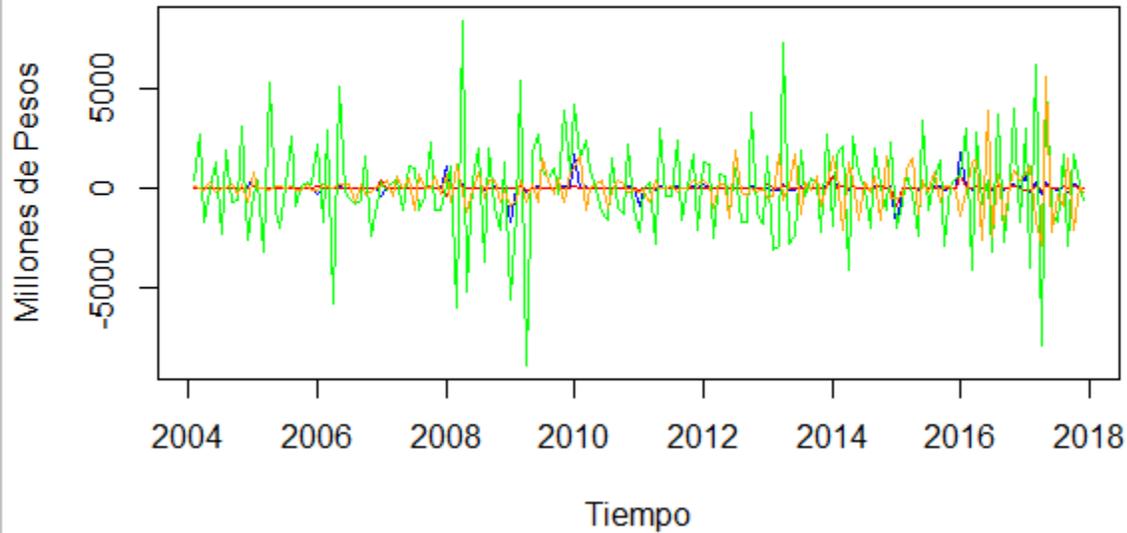
Estado de México

El comportamiento de las variables a estudiar, en este caso para el Estado de México, es de la siguiente manera:



La línea verde representa el PIBE, la línea azul las TE, la roja la IP y la línea naranja los ID. El primer paso para direccionar hacia el modelo VAR, es constar las pruebas de raíces unitarias para cada variable. Sin embargo, dado que tenemos un desarrollo o conocimiento previo de su comportamiento en dicho tópico (véase en el apartado 3.2.3.1), saltaremos este paso, donde se harán las primeras diferencias de cada variable, incluyendo el PIBE, que no necesitó de transformación, aunque para fines prácticos en las pruebas posteriores, será de utilidad. Con el fin de quitar la tendencia de la serie, así también, quitaremos el efecto estacional que se presenta en las cuatro series para tener un mejor análisis. Con la transformación, se cumplen las pruebas de raíces unitarias, con la que se da pie a que la serie es estable. Su comportamiento, en conjunto, es el siguiente:

Gráfico 3.2.3.2.2: Estado de México, variables en su primera diferencia



Elaboración propia

Los colores de las líneas prevalecen como en la gráfica anterior a ésta. Vemos que el comportamiento con más volatilidad es el PIBE, con un rango o amplitud más amplio que las variables, debido a la magnitud en su monto o valor. Sin embargo, como lo comentamos, las variables no presentan raíz unitaria. Lo consiguiente es la especificación del modelo VAR. Como ya hemos indagado, queremos observar la relación que existe entre la decisión de política económica de las entidades federativas, englobada en las TE y la IP, en el comportamiento de sus ID y del PIBE de la entidad.

Se realizaron diversos experimentos previos para determinar el número de rezagos que el modelo VAR tendría el Estado de México. Para lo cual, se llegó al resultado, para la especificación, de que sea dos el número de rezagos de cada variable, teniendo en cuenta que el modelo contiene una constante. Se analizó dicho modelo, VAR (2), con las pruebas de autocorrelación del error, normalidad, estabilidad y heterocedasticidad.

Tabla 3.2.25. Pruebas de flexibilidad del Modelo VAR (2) Estado de México

VAR (2)	Autocorrelación	Normalidad	Heterocedasticidad
P-Value	0.4542	2.216 e⁻¹⁶	0.4682

Elaboración propia

A un nivel de significancia del cinco por ciento, tenemos que las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad dan pauta para no rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación en los errores de homocedasticidad. Por otro lado, la prueba de normalidad permite que rechacemos la hipótesis nula de normalidad en los datos dado a la ausencia de verificación del alejamiento de los residuales al supuesto de ruido blanco (Johansen, 1995). La explicación del por qué (cabe mencionar que, en los experimentos con varios rezagos, la normalidad no se logró aprobar). Primero, la naturaleza de los propios datos, son variables de política económica, que, aunque normativamente se deben mantener constantes, tienen un comportamiento un tanto sesgado. Así también, en la periodicidad tomada, se cruza un momento que provocó la caída del producto, la crisis financiera del 2009, lo que arrastró a caídas en las diferentes variables que se tomaron.

Por lo que, las pruebas de especificación, dado lo anterior, se puede especificar el modelo de forma siguiente:

$$ID_t = \alpha_{10} + \beta_{11}ID_{t-1} + \beta_{12}ID_{t-2} + \beta_{13}IP_{t-1} + \beta_{14}IP_{t-2} + \beta_{15}TE_{t-1} + \beta_{16}TE_{t-2} + \beta_{17}PIBE_{t-1} + \beta_{18}PIBE_{t-2}$$

$$PIBE_t = \alpha_{20} + \beta_{21}ID_{t-1} + \beta_{22}ID_{t-2} + \beta_{23}IP_{t-1} + \beta_{24}IP_{t-2} + \beta_{25}TE_{t-1} + \beta_{26}TE_{t-2} + \beta_{27}PIBE_{t-1} + \beta_{28}PIBE_{t-2}$$

Usando la paquetería R para la estimación del modelo. Tenemos la salida para cada ecuación endógena:

Tabla 3.2.26. Valores de los coeficientes del modelo VAR Estado México			
Ingresos Disponibles	Coficiente	Error Estándar	P_Value
ID.I1	-0.58880	0.07520	6.9e ⁻¹³ ***
IP.I1	-0.12653	0.64051	0.84366
TE.I1	0.48626	0.24116	0.04548*
PIBE.I1	-0.02552	0.03230	0.43066
ID.I2	-0.30980	0.07406	4.78e ⁻⁵ ***
IP.I2	-0.40896	0.64074	0.52423
TE.I2	0.12662	0.24741	0.60954
PIBE.I2	0.08691	0.03331	0.00996**
Constante	-6.86097	62.5472	0.91279

PIBE	Coficiente	Error Estándar	P_Value
ID.I1	0.27105	0.18397	0.142680
IP.I1	-0.87736	1.56702	0.576357
TE.I1	1.79751	0.58999	0.002718**
PIBE.I1	-0.82720	0.07901	2e ⁻¹⁶ ***
ID.I2	0.22187	0.18118	0.22257
IP.I2	2.01257	1.56757	0.201088
TE.I2	-0.53750	0.60529	0.375907
PIBE.I2	-0.32136	0.08149	0.000121***
Constante	16.53142	153.02262	0.914109

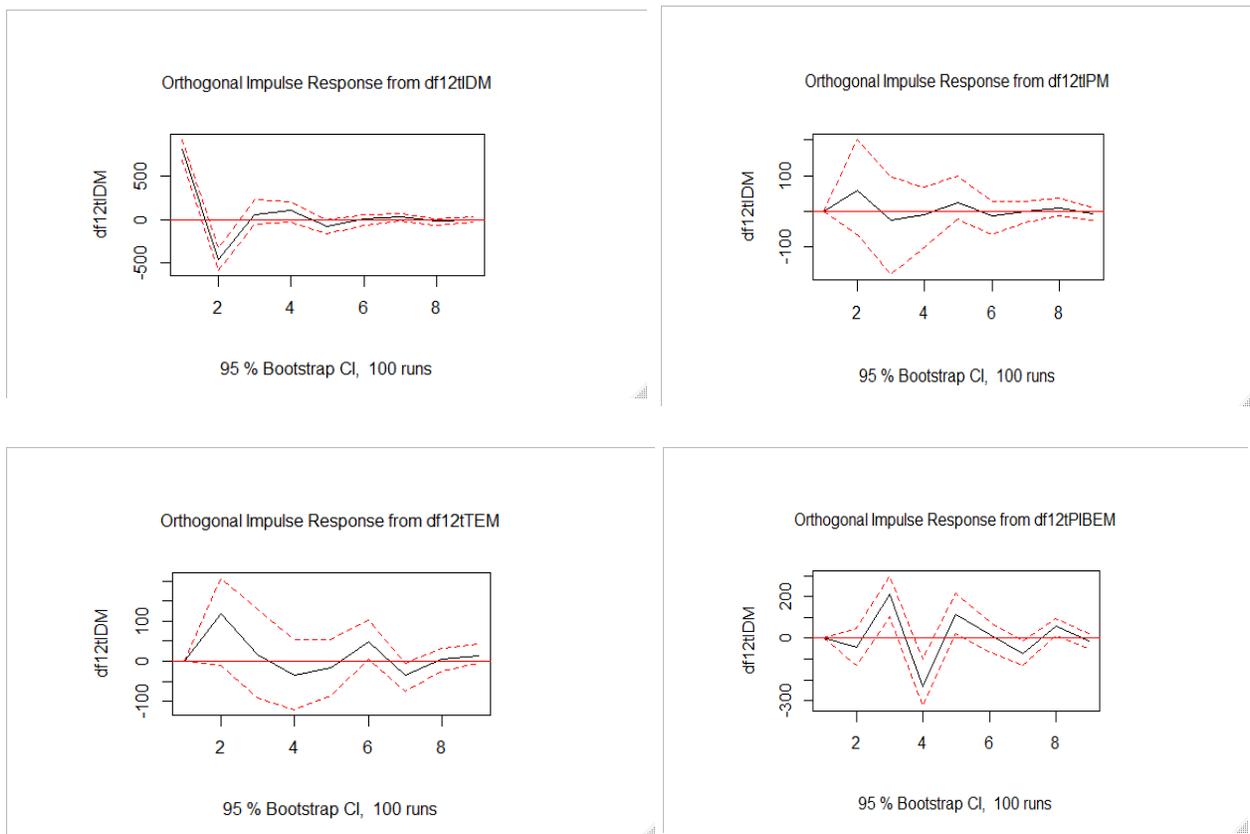
Elaboración propia

Vemos que, para la primera ecuación únicamente cuatro variables son estadísticamente significativas, mientras que, para la segunda relación, tenemos que sólo tres son estadísticamente significativas a un nivel del cinco por ciento. Por otro lado, en las pruebas de estabilidad del modelo:

Tabla 3.2.27: Raíces del Polinomio Característico VAR (2) Estado de México							
0.6714	0.6714	0.5287	0.5287	0.1748	0.1748	0.1715	0.1387

Elaboración propia

Vemos que la especificación del modelo VAR (2), cumple con la condición de estabilidad, debido a que las raíces del polinomio característico para dicho modelo son menores a la unidad. Junto con las pruebas de especificación anteriores, se puede observar en el Anexo del capítulo la relación de causalidad en el Sentido de Granger. Lo consiguiente, es observar la estabilidad del modelo ante choques, a través de la función impulso respuesta. Se hará un choque en las variables, con un nivel de aceptación del 95%, la relación con los ID es la siguiente:

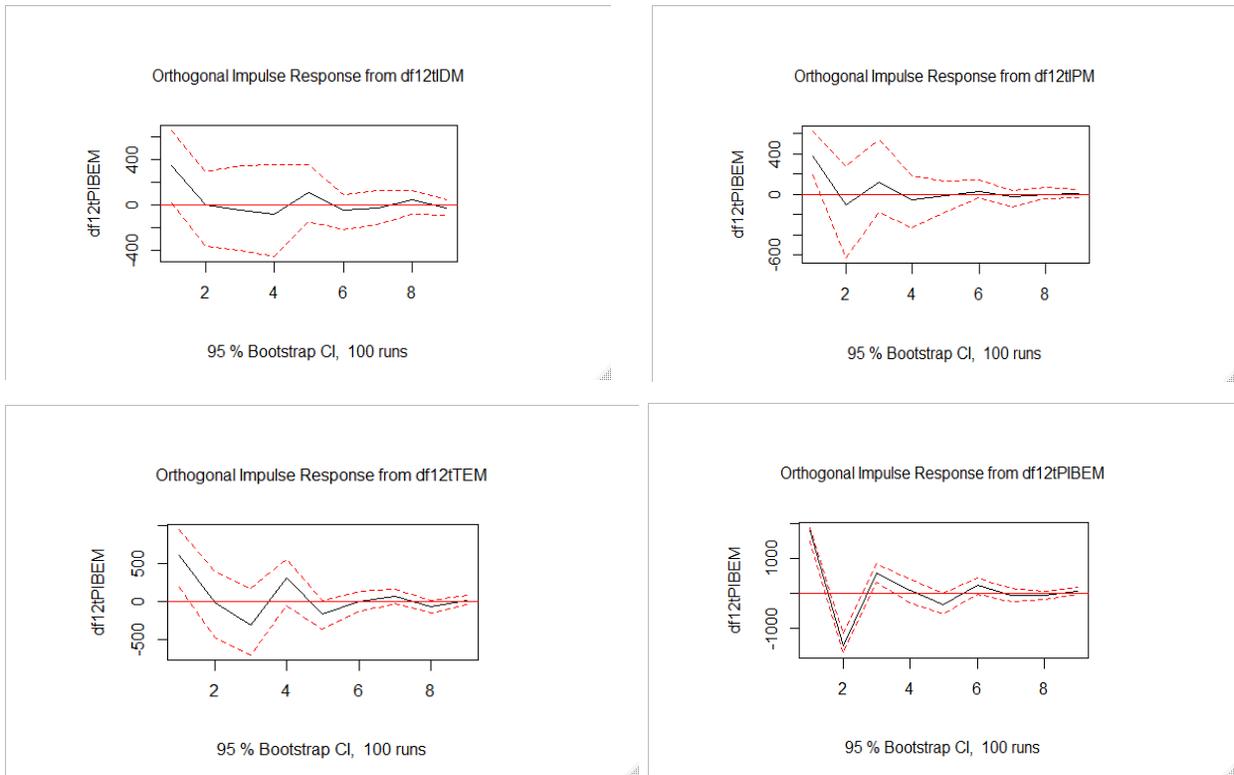


Elaboración propia

Dado que las funciones de impulso respuesta analizan las causas y efectos ante un shock en una variable a otra, podemos afirmar que los ingresos disponibles tienen un efecto negativo sobre la misma en el segundo periodo, pasando posteriormente a ser positiva en el periodo 4 y al pasar los periodos, se pierde el efecto. La segunda gráfica elude a la relación entre los Ingresos disponibles y la inversión pública, en ella podemos observar que no existe efecto alguno ya que el comportamiento es estable, aunque los periodos

aumenten, esta situación se asemeja en lo concerniente a las transferencias y los ingresos disponibles. Por otro lado, el efecto con el PIBE es negativo en el segundo periodo para que en el tercer tenga un cambio drástico a ser positivo y posteriormente tenga un vaivén hasta que regrese a ser estable.

Una vez que se explicaron las causalidades entre ingresos disponibles y las demás variables de estudio, es momento de realizar el análisis con el PIBE y su causalidad y efectos respecto a las demás variables.



Elaboración propia.

El PIBE con los ID no muestra alguna causalidad ya que el efecto en las bandas de confianza no cruza con el eje cero, esto denota que el efecto es estable independientemente del periodo. Esta circunstancia se presenta igualmente en las TE y los IP. Por otro lado, el único que representa una causalidad es el PIBE, pero por motivos de actividad económica, hace totalmente sentido que los efectos de causalidad afecten directamente, en concreto, observamos que en el segundo periodo hay un efecto abrupto negativo para que después se regrese a la estabilidad.

Por último, se analiza el factor de la descomposición de la varianza ante innovaciones en las variables explicativas tanto al PIBE como a los ID. Recordando que esta metodología ayuda a determinar el grado de la varianza del error de estimación se explica por innovaciones en cada una de las variables explicativas. Para el ejercicio de VAR (2) en el Estado de México, se correrá el impacto de las innovaciones como se observa en la tabla siguiente para la ecuación de ID y PIBE, respectivamente:

Tabla 3.2.28: Descomposición de la Varianza Estado de México

	ID	IP	TE	PIBE
1	1.000	0.000	0.000	0.000
2	0.977	0.003	0.160	0.002
3	0.931	0.004	0.015	0.049
4	0.880	0.004	0.015	0.100
5	0.862	0.005	0.015	0.111
6	0.866	0.005	0.018	0.112
7	0.860	0.005	0.019	0.115
8	0.858	0.005	0.019	0.118
9	0.858	0.005	0.019	0.118
10	0.857	0.005	0.019	0.118
	ID	IP	TE	PIBE
1	0.031	0.036	0.095	0.838
2	0.019	0.025	0.061	0.895
3	0.018	0.025	0.071	0.885
4	0.019	0.025	0.084	0.871
5	0.020	0.025	0.087	0.869
6	0.020	0.024	0.085	0.870
7	0.021	0.025	0.087	0.869
8	0.021	0.024	0.086	0.868
9	0.021	0.024	0.086	0.868
10	0.021	0.024	0.086	0.868

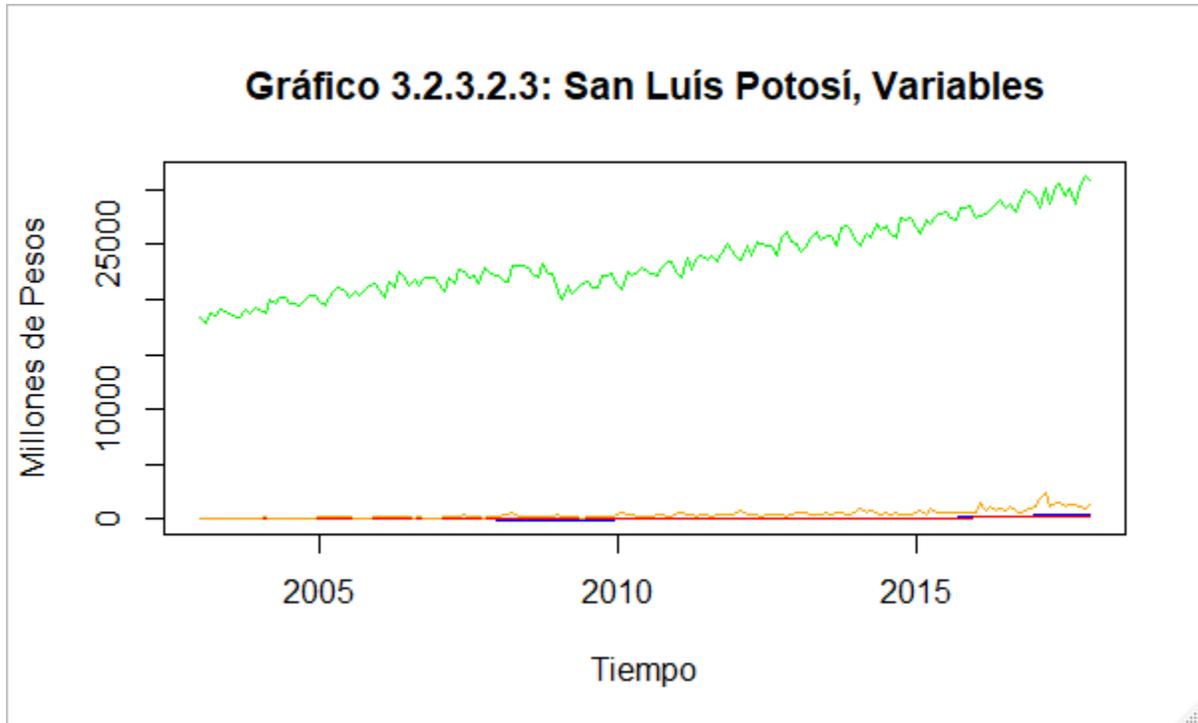
Elaboración propia

Como se puede apreciar en ambas descomposiciones, son las propias autorregresiva de sí misma en cada ecuación que contienen un mayor nivel de explicación de la varianza ante innovaciones o choques, sus efectos continúan constantes a partir de la segunda observación, no superando el 90 por ciento. Así también, los efectos de las TE y de la IP tienen un efecto débil no superando el cinco por ciento en la explicación de la varianza. Siendo estas las variables que inciden, en forma teórica, dentro del mercado estatal.

En resumen, puede decirse que es la propia variable rezagada el principal factor que explica cambios futuros de las variables endógenas, por lo que, las variables de política económica tienen una baja explicación en la merma de cambios en el PIBE y en los ID.

San Luis Potosí

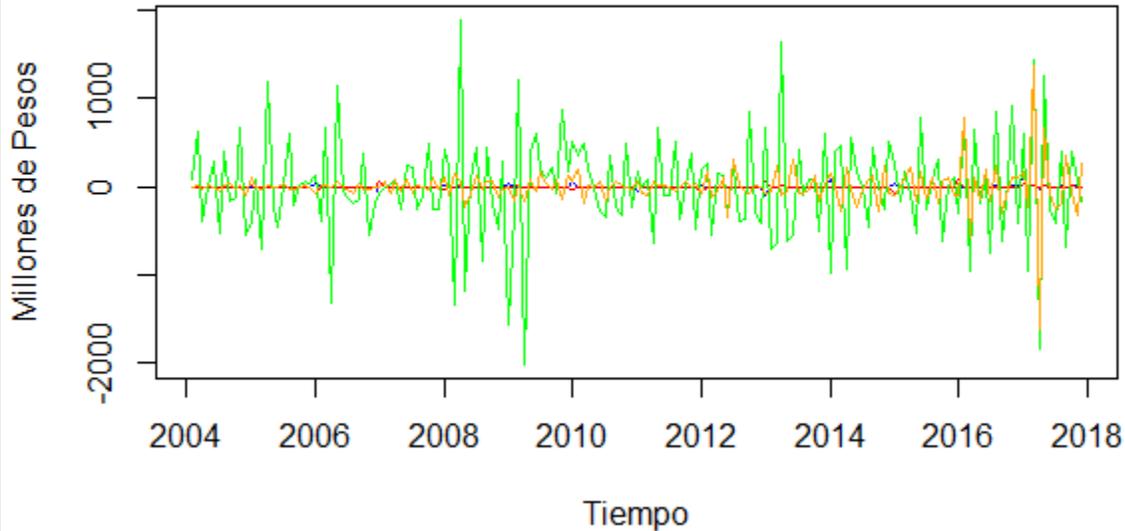
Para el caso de San Luis Potosí, el comportamiento de las variables a estudiar se comporta de la siguiente manera:



Elaboración propia

Como vemos, hay una gran diferencia, entre la línea verde y las demás, debido a la magnitud que ésta representa. La línea verde representa el PIBE, la línea azul las TE, la roja la IP y la línea naranja los ID. Al igual que la línea que seguimos en el Estado de México, quitaremos de las series la tendencia y el efecto estacional. Con la transformación, se cumplen las pruebas de raíces unitarias, con la que se da pie a que la serie es estable. Su comportamiento, en conjunto, es el siguiente:

Gráfico 3.2.3.2.4: San Luís Potosí, variables en su primera diferencia



Elaboración propia

Observamos que el comportamiento con más volatilidad es el PIBE, con un rango o amplitud más amplio que las variables, debido a la magnitud en su monto o valor. Sin embargo, como lo comentamos, las variables no presentan raíz unitaria. Al igual que el análisis del Estado de México, aplicaremos pruebas para la especificación del modelo VAR. Se realizaron diferentes experimentos, con las variables ya diferenciadas, con diferentes niveles de rezagos, queda como un VAR con dos rezagos, es decir VAR (2), donde en esa posición tenemos, para las pruebas de especificación, lo siguiente:

Tabla 2.2.29. Pruebas de flexibilidad del Modelo VAR (2) San Luis Potosí

VAR (2)	Autocorrelación	Normalidad	Heterocedasticidad
P-Value	0.3534	2.216 e⁻¹⁶	0.4951

Elaboración Propia

Tal cual como fue el comportamiento en el Estado de México, para la especificación del VAR (2) para San Luis Potosí, las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad logran aceptarse, con un nivel de significancia del cinco por ciento. Es decir, no se rechaza la hipótesis nula, donde no hay presencia de autocorrelación y existe homocedasticidad. Sin embargo, para la prueba de normalidad, esta tiene que rechazar la hipótesis nula, donde hay un comportamiento con normalidad, recordemos que Johansen, 1995 señala que la no normalidad se debe a que no es necesario que se verifique que los residuales se alejen demasiado del supuesto de ruido blanco. Ello debido a la propia naturaleza de los datos, vemos en la gráfica del comportamiento de las series, así como en su primera diferencia, que hay grandes caídas en el año 2008-2010, debido a un choque externo, la crisis financiera mundial. Con esta prueba prescindiremos, más

no, sin embargo, quedará en pruebas posteriores su estabilidad del modelo. Pasaremos a la especificación tentativa del modelo:

$$ID_t = \alpha_{10} + \beta_{11}ID_{t-1} + \beta_{12}ID_{t-2} + \beta_{13}IP_{t-1} + \beta_{14}IP_{t-2} + \beta_{15}TE_{t-1} + \beta_{16}TE_{t-2} + \beta_{17}PIBE_{t-1} + \beta_{18}PIBE_{t-2}$$

$$PIBE_t = \alpha_{20} + \beta_{21}ID_{t-1} + \beta_{22}ID_{t-2} + \beta_{23}IP_{t-1} + \beta_{24}IP_{t-2} + \beta_{25}TE_{t-1} + \beta_{26}TE_{t-2} + \beta_{27}PIBE_{t-1} + \beta_{28}PIBE_{t-2}$$

Usando la paquetería R para la estimación del modelo. Tenemos la salida para cada ecuación endógena:

Tabla 3.2.30. Valores de los coeficientes del modelo VAR San Luis Potosí

Ingresos Disponibles	Coficiente	Error Estándar	P_Value
ID.I1	-0.86170	0.06720	2e^-16***
IP.I1	1.69884	0.81882	0.0396*
TE.I1	0.72428	0.66020	0.2743
PIBE.I1	-0.03785	0.02357	0.1103
ID.I2	-0.50587	0.06651	2.49e^-12***
IP.I2	3.18633	0.82371	0.000161***
TE.I2	4.28495	0.66100	1.13e^-09***
PIBE.I2	0.02211	0.02389	0.2280
Constante	-5.84442	11.0187	0.5970

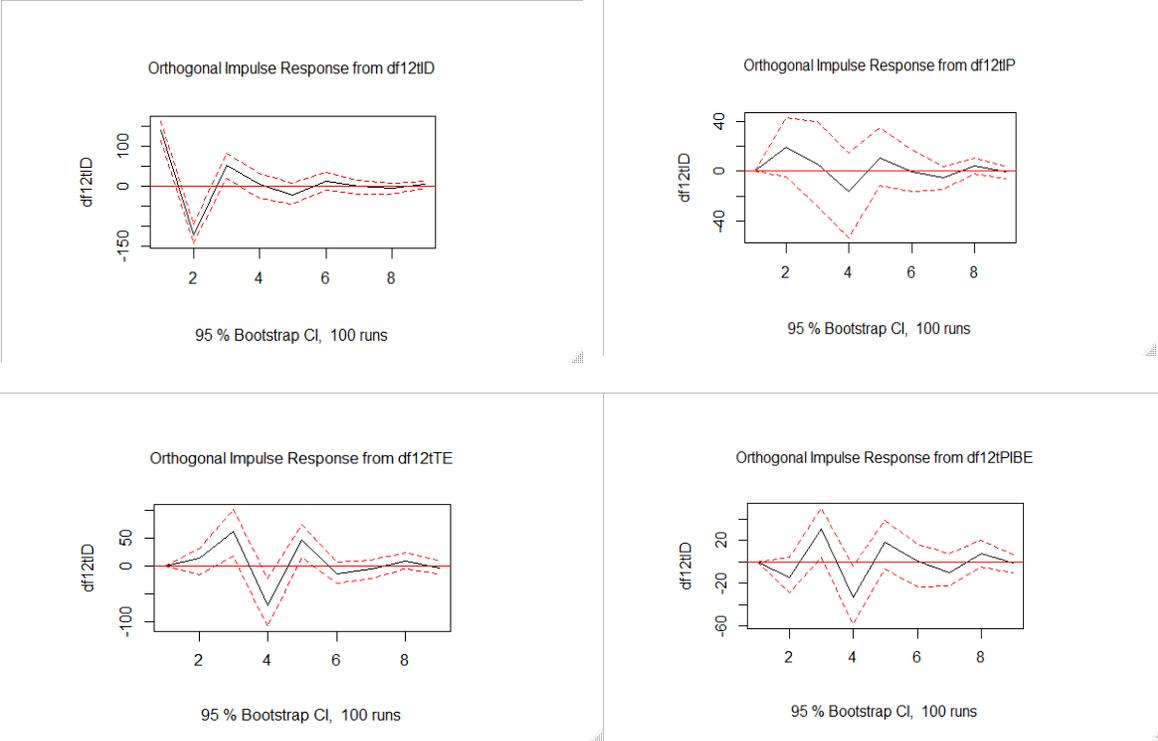
PIBE	Coficiente	Error Estándar	P_Value
ID.I1	-0.25725	0.20913	0.22051
IP.I1	-2.15605	2.54811	0.39877
TE.I1	-0.9983	2.05449	0.62753
PIBE.I1	-0.73404	0.07335	2e^-16***
ID.I2	0.01942	0.20698	0.92535
IP.I2	-0.77580	2.56332	0.76256
TE.I2	5.60101	2.05700	0.00721**
PIBE.I2	-0.41359	0.07450	1.19e^-7***
Constante	-4.23231	34.28968	0.90193

Vemos que la salida del modelo en la especificación VAR (2), en la primera ecuación, son cinco las variables que son estadísticamente significativas a un nivel de significancia del cinco por ciento, mientras que en la segunda ecuación de modelo para San Luis Potosí, son únicamente tres variables que son significativas. Para observar la causalidad en el Sentido de Granger, se realizaron las pruebas, que se pueden observar en el Anexo del presente capítulo. Lo consiguiente es observar la estabilidad mediante las raíces características del polinomio. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 3.2.31: Raíces del Polinomio Característico							
0.7028	0.7028	0.6264	0.6264	0.499	0.31	0.189	0.1715

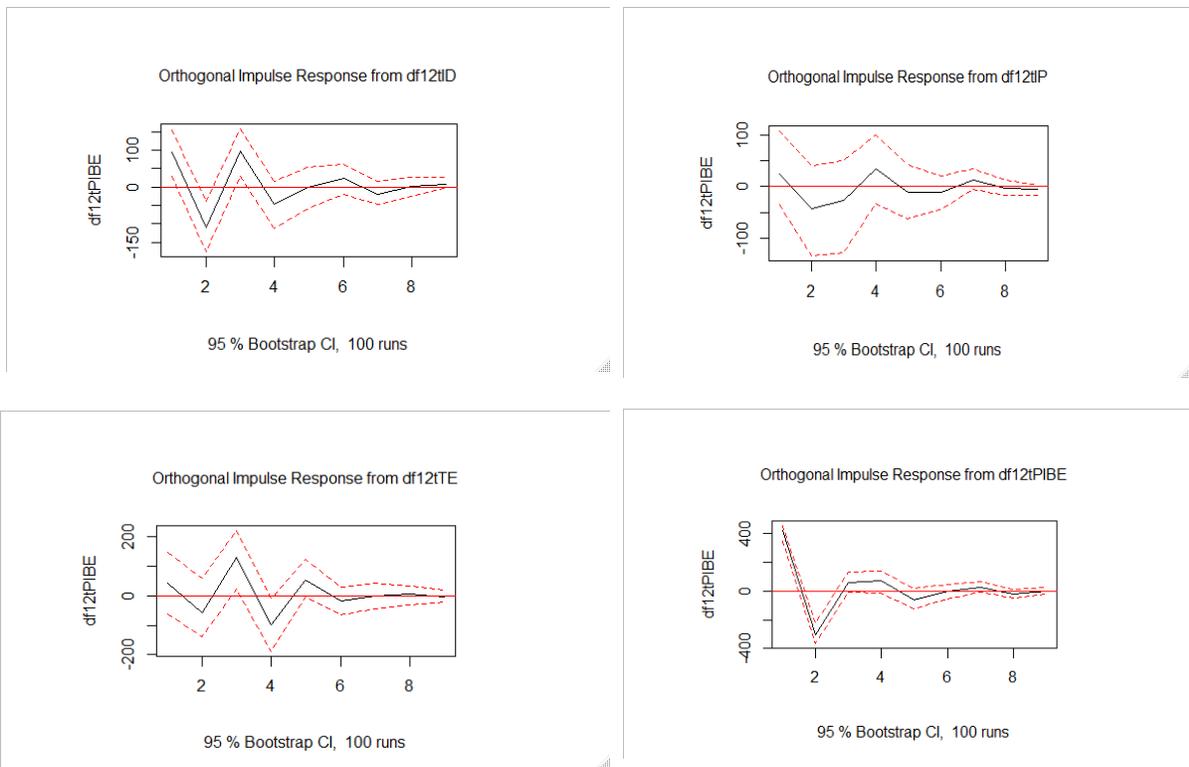
Elaboración propia

Podemos observar que las raíces del polinomio son menores a la unidad, de forma que cumple con la condición de estabilidad. Con ello, pasando las pruebas de especificación, daremos inicio a las pruebas ante choques en las innovaciones del modelo VAR (2). Se observa a continuación las funciones impulso-respuesta, con choque de duración de ocho momentos, el movimiento en cada una de las variables dentro de las dos ecuaciones del modelo que se especificó.



Elaboración propia

Podemos observar que, para el caso de San Luis Potosí, el efecto de los ID sobre la misma es negativo en el segundo periodo, posteriormente regresa a su estabilidad. Para el caso de la IP se observa que no existe algún efecto de causalidad con los ID dado que su comportamiento es estable independientemente del periodo de tiempo. Sin embargo, en el caso de las TE y el PIBE logramos apreciar que sí existe una consecuencia entre los shocks de las variables, incluso el comportamiento es similar, primero es positivo en el segundo periodo, posterior pasa a ser negativo y regresa a su estabilidad a partir del periodo sexto por lo que podemos observar una cierta interdependencia entre estas tres variables.



Elaboración propia

En el caso del PIBE respecto a las variables, podemos observar que su relación con los ID es negativa en el segundo periodo para que pase a ser positiva en el periodo inmediato siguiente y regrese a su estabilidad en el sexto periodo. Mientras que el efecto en la IP es nulo, estadísticamente no se tiene un efecto de causalidad entre estas dos variables. Con las TE, se observa un vaivén en su efecto causal ya que se tienen picos positivos y negativos con forme pasan los periodos hasta el periodo 6 cuando se logra una plena estabilidad. Por otro lado, el PIBE con ella misma, se observa que en el segundo periodo hay un efecto negativo, después se regresa a la estabilidad.

En consecuente observaremos el análisis de la descomposición de la varianza para cada ecuación, el grado de varianza explicable antes choques en las innovaciones. El resultado o salida es la que se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 3.2.32. Descomposición de la Varianza San Luis Potosí

	ID	IP	TE	PIBE
1	1.000	0.000	0.000	0.000
2	0.979	0.011	0.003	0.007
3	0.860	0.010	0.102	0.028
4	0.749	0.014	0.192	0.044
5	0.718	0.015	0.219	0.047
6	0.717	0.015	0.220	0.047
7	0.714	0.016	0.220	0.049

8	0.713	0.016	0.221	0.050
9	0.713	0.016	0.221	0.050
10	0.713	0.016	0.221	0.050
	ID	IP	TE	PIBE
1	0.051	0.003	0.019	0.927
2	0.073	0.008	0.024	0.893
3	0.097	0.009	0.062	0.820
4	0.099	0.013	0.080	0.807
5	0.097	0.013	0.086	0.804
6	0.098	0.013	0.086	0.802
7	0.099	0.014	0.086	0.801
8	0.099	0.014	0.086	0.801
9	0.099	0.014	0.086	0.801
10	0.099	0.014	0.086	0.801

Vemos que el comportamiento en el primer caso en la descomposición de la varianza, movimientos en la propia variable dependiente, ID, tiene un peso importante en la explicación de la varianza del modelo, sin embargo, en movimientos posteriores pierde rápidamente peso, siendo por otra parte las TE las que, a diferencia del Estado de México, tiene un peso más importante, explicando cerca del 20 por ciento de la varianza ante movimientos o shocks en ésta. Sin embargo, el peso de la IP y del PIBE tiene un efecto débil. Por otro lado, el siguiente caso, la propia variable dependiente, sus movimientos explican a principio más del noventa por ciento, sin embargo, el peso va disminuyendo cuando avanza los movimientos. Asimismo, aumenta el peso de las TE y de los ID, teniendo en cada uno cerca del diez por ciento de la explicación de la varianza ante cambios o choques de estos, sin embargo, el peso de la IP es muy pobre en ambos casos, tanto en San Luis Potosí como en el Estado de México.

III.III. Apéndice Capítulo III

Salidas de los modelos uniecuacionales

El análisis de los modelos uniecuacionales para cada variable, tuvo su siguiente salida ARIMA (p, i, q) como lo señala la siguiente tabla:

MODELOS ARIMA		
	Estado de México	San Luis Potosí
INGRESOS DISPONIBLES	(0,1,1)	(0,1,1)
TRANSFERENCIAS ESTATALES	(1,1,0)	(2,1,2)
INVERSIÓN PÚBLICA	(1,1,0)	(0,1,1)
PRODUCTO INTERNO BRUTO ESTATAL	(0,1,2)	(4,1,3)

Elaboración propia

Estos modelos lograron franquear las pruebas que exigen estabilidad del modelo, donde previamente, a cada una se inhibió la estacionalidad y la tendencia para el desarrollo del análisis. A cada una se transformó en su primera diferencia. Dichos modelos sirvieron para desarrollar un pronóstico de doce meses; teniendo una variación pobre o casi nula, reflejo del estancamiento económico que vive el país.

Causalidad en el Sentido de Granger

Estado de México

De modo, que se analiza la relación causal en el sentido de Granger, primero de las TE, IP y PIBE hacia los ID, y de las TE, IP e ID hacia el PIBE. Los resultados son presentados en las siguientes dos tablas:

CAUSALIDAD EN EL SENTIDO DE GRANGER, HACÍA LOS ID (LAG=1)		
Variable	P-Value	Prueba de Hipótesis
TE	0.1949	No se rechaza
IP	0.2978	No se rechaza
PIBE	0.5578	No se rechaza

CAUSALIDAD EN EL SENTIDO DE GRANGER, HACÍA EL PIBE (LAG=1)		
VARIABLE	P-Value	Prueba de Hipótesis
TE	0.0635	Se rechaza
IP	0.06279	Se rechaza
ID	0.03287	Se rechaza

Elaboración propia

La relación de causalidad hacia los ID, no existe a niveles de significancia del 1%, 5% y 10%. Sin embargo, en el primer rezago, la relación de causalidad hacia el PIBE, podemos observar que las tres

variables utilizadas sí causan o explican el PIBE, a un nivel de significancia del 10%, inclusive 5% para el casi de los ID.

Se amplía el número de rezagos para construir diferentes niveles del estadístico, observando si en algún momento o en su caso, en algún rezago cae dentro del nivel de significancia. Se muestra lo siguiente:

Relación de causalidad en el Sentido de Granger (p-value)

Número de rezago	Relación hacia ID			Relación hacia PIBE		
	IP	TE	PIBE	IP	TE	ID
1°	0.2978	0.1949	0.5578	0.06279*	0.0635*	0.03287**
2°	0.5246	0.5281	0.5919	0.1124	0.2156	0.1052
3°	0.7006	0.7087	0.4106	0.07001*	0.11	0.06943*
4°	0.8083	0.7902	0.689	0.001852***	0.006195***	0.003713***
5°	0.6544	0.8138	0.5616	0.005519***	0.01529**	2.779e-05***
6°	0.8156	0.9039	0.1607	0.01799**	0.05017*	1.74e-05***
7°	0.8944	0.9312	0.1649	0.02772**	0.03411**	3.436e-05***

Elaboración propia

Aumentando el número de rezagos, podemos observar que la causalidad en el Sentido de Granger, para el caso o en dirección hacia los ID, ninguna variable en ningún rezago tiene relación con los propios ID para el Estado de México. Una cosa preocupante. Por otro lado, sin embargo, el contraste en la relación hacia el PIBE, en el primer y cuarto rezago, las variables tienen explicación en Sentido de Granger, a un nivel de significancia del 1 por ciento. Donde también los rezagos, quinto, sexto y séptimo, tienen significancia, pero a un nivel más alto de significancia, a no más del diez por ciento. Lo que habla de una conexión entre las variables hacia el PIBE de la Entidad Federativa.

San Luis Potosí

De modo, que se analiza la relación causal en el sentido de Granger, primero de las TE, IP y PIBE hacia los ID, y de las TE, IP e ID hacia el PIBE. Los resultados son presentados en las siguientes dos tablas:

CAUSALIDAD EN EL SENTIDO DE GRANGER, HACÍA LOS ID (LAG=1)		
Variable	P-Value	Prueba de Hipótesis
TE	0.9135	No se rechaza
IP	0.8167	No se rechaza
PIBE	0.6129	No se rechaza

CAUSALIDAD EN EL SENTIDO DE GRANGER, HACÍA EL PIBE (LAG=1)		
VARIABLE	P-Value	Prueba de Hipótesis
TE	0.3552	No se rechaza
IP	0.09753	Se rechaza
ID	0.002281	Se rechaza

Elaboración propia

Como podemos observar, la relación de causalidad hacia los ID, no existe a niveles de significancia del 1%, 5% y 10%. Sin embargo, en el primer rezago, la relación de causalidad hacia el PIBE, podemos observar que tanto la IP como los ID sí causan o explican el PIBE, a un nivel de significancia del 10%, inclusive 1% para el caso de los ID.

Podemos ampliar el estadístico elevando el número de rezagos, observando si en algún momento o en su caso, en algún rezago cae dentro del nivel de significancia. Se muestra lo siguiente:

Relación de causalidad en el Sentido de Granger (p-value)

Número de rezago	Relación hacia ID			Relación hacia PIBE		
	IP	TE	PIBE	IP	TE	ID
1°	0.8167	0.9135	0.6129	0.09753*	0.3552	0.002281***
2°	0.8665	0.8827	0.3139	0.2847	0.6244	0.00433***
3°	0.7552	0.9427	0.06382*	0.2002	0.04361**	0.004869***
4°	0.6887	0.6521	0.6301	0.01592**	0.07852*	4.128e-06***
5°	0.7337	0.6473	0.5743	0.03699**	0.1369	2.482e-06***
6°	0.8625	0.6314	0.4093	0.07578*	0.2745	8.111e-07***
7°	0.8096	0.7295	0.2021	0.1275	0.2053	6.359e-06***

Elaboración propia

En el primer segmento de la tabla, podemos observar que, corriendo siete rezagos, ninguna de las tres variables en cada uno de los propios rezagos, es significativo para rechazar la hipótesis nula, donde hay causalidad. Únicamente en el tercer rezago, el PIBE explica a los ID, a un nivel de significancia del diez por ciento. Por otro lado, el comportamiento es distinto en la relación hacia el PIBE, en el cuarto rezago, las tres variables explican el PIBE, mientras más rezagos se apliquen, la relación causal se aleja de ser significativo, es decir, conforme nos acercamos al cuarto rezago, da pie para rechazar la hipótesis nula en la Causalidad en el Sentido de Granger.

CONCLUSIONES

El desarrollo del capítulo primero, encontramos que el federalismo fiscal en México tiene una serie de normativa compleja, y con mucho entramado, al tener tres niveles de gobierno; federal, estatal y municipal. Observamos también que, el gobierno federal tiene el control de la mayoría de las potestades fiscales, así como el ejercicio del gasto. A lo largo del tiempo, después de la operación en marcha del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal, las entidades federativas son altamente dependientes de las transferencias federales, a excepción de tres o cuatro entidades que, por su potencial turístico, centros urbanos con alta densidad poblacional o megápolis, tienen ingresos federales alrededor del setenta hasta noventa por ciento de este.

Jurídicamente, existen diferentes normas y/o leyes, que rigen el comportamiento, el grado y monto de las transferencias condicionadas y no condicionadas a las Entidades Federativas, siendo la Ley de Coordinación Fiscal la ley que rige la mayoría del presupuesto destinado a los Estados, a través de Aportaciones y Participaciones Federales, donde el Fondo General de Participaciones es el que mayor peso tiene en los ingresos estatales de libre disposición, teniendo como componentes el grado de esfuerzo fiscal, población, variaciones en la actividad económica y el componentes de variación del rezago anterior. Asimismo, existe normativa que restringe conductas inapropiadas en el uso de los recursos, en el tema de evaluación y fiscalización. Llevando a un Presupuesto basado en Resultados.

El alto grado de descentralización fiscal, así como la baja autonomía de los gobiernos subnacionales en materia de ingresos y egresos presenta un desequilibrio vertical respecto al gobierno nacional, lo que orilló, como menciona Amieva-Huerta, 1996, a tener poco margen de maniobra para distintos proyectos de gran envergadura, orientando el gasto a transferencias y salarios de los trabajadores del aparato gubernamental estatal. Es importante mencionar que, el gasto etiquetado se focalizó a sectores más pobres priorizando ahí la política social, México se clasifica por transferencias en efectivo relativamente pequeñas (dominando por pensiones de vejez) que a menudo no son tan progresivas. Además, hay dos características adicionales que limitan el impacto redistributivo del gasto; el gasto público en servicios en especie (salud y educación) como porcentaje del PIB es muy bajo, y los impuestos al consumo juegan un papel cada vez más dominante en los impuestos totales (Journard, Pisu y Bloch, 2012).

Dichas premisas anteriores rebasan la limitación del estudio, sin embargo, servirán como factores externos que tomaremos más adelante. Siendo el estudio de dos erogaciones, inversión pública y transferencias estatales, ceteris paribus. Situamos en movimiento estas dos variables en qué grado o cómo afectan los ingresos propios, así como el Producto Interno Bruto Estatal. La inversión pública tiene un efecto en elevar la inversión total, en lugar de desplazar plenamente un monto igual de inversión privada (Ros, 2015). Mientras que las transferencias son erogaciones monetarias o en especie dadas a la sociedad de manera focalizada o universal. El estudio se centró en dos entidades: San Luis Potosí y el Estado de México.

Para los modelos VAR, se tomaron como variables endógenas a los Ingresos Disponibles y el PIBE, en función de su propio rezago y de variables predeterminadas, donde están las decisiones de política económica; Inversión Pública (IP) y Transferencias Estatales (TE). Para el Estado de México, desarrollando diversas pruebas, se llegó a un modelo óptimo VAR (2), las pruebas de estabilidad y estacionariedad lograron pasar, a excepción de la normalidad; para la primera relación con los ID, la propia variable en su

primer y segundo rezago fue significativa a un nivel del 1%, las TE en su primer rezago a un nivel del 5% y el PIBE en su segundo rezago a un nivel de 1%. Para la segunda relación con el PIBE, sólo incidieron las TE en su primer rezago, y la propia variable rezagada al primer y segundo nivel, con un nivel de significancia del 1%. Realizamos choques para cada ecuación, el cual mostró que, para la primera relación, los propios ID en sus rezagos, tiene un efecto negativo inmediato, sin embargo, esta regresa a su tendencia para el cuarto periodo, la IP no tuvo efecto alguno significativo, las TE igualmente no tiene efecto alguno y, por último, el PIBE tiene un efecto inmediato positivo, luego decrece para el cuarto período para que en el octavo período regrese a la estabilidad. En la segunda relación con el PIBE, vemos que en las Funciones Impulso Respuesta (FIR), tenemos un comportamiento peculiar, únicamente la propia variable rezagada tiene efectos al instante, regresando a la tendencia en el sexto período.

Para el caso de SLP, encontramos que el modelo óptimo se lleva a cabo con un VAR (2), donde para la primera relación (con los ID), fueron los propios ID en el rezago primero y segundo significativos, junto con la IP para ambos rezagos, y las TE en su segundo rezago, a un nivel de significancia del 5%. Para la segunda relación (con el PIBE), sólo fue significativo la propia variable en ambos rezagos, y las TE en su segundo rezago. Para el análisis de las FIR, en la primera ecuación, la relación con los ID, observamos que, entre ella misma, tiene un efecto negativo en el segundo período, regresando a la estabilidad en el quinto período, para la IP, no tiene efecto alguno, las TE, tiene un efecto en el cuarto período negativo, al igual que PIBE, mostrando un comportamiento similar a los ID, regresando ambas a la estabilidad en el sexto período. Para la segunda relación, con el PIBE, un choque en los ID muestra un choque negativo en el segundo período, en el siguiente período pasa a ser positivo, regresando a la estabilización en el sexto período, para la IP no hubo efecto alguno, las TE, tiene un efecto hasta el cuarto período positivo, regresando a la estabilidad en el sexto periodo, por último, la propia variable rezagada, tiene un efecto inmediato negativo, pasando a ser estable en el cuarto período.

Podemos concluir que existe un desbalance vertical en el federalismo vertical mexicano, es decir, se alinea la premisa de Cano (Cano, 2014), que menciona que países con alto grado de federalismo, muestran un mal desempeño en la política fiscal. Por lo que, ante una reorientación del gasto hacia estas dos variables estudiadas, no tendrá efecto alguno ni en el crecimiento, ni en los crecimientos de ingresos de libre disposición, es decir, no hay incentivo para realizar una mayor erogación en inversión pública ni en transferencias a la población, lo que se traduce una ausencia de efecto multiplicador del gasto, las transferencias estatales únicamente tienen influencia en el PIBE que, puede atribuirse a efectos del propio ciclo político y a programas focalizados asistenciales. Asimismo, Laura Sour, 2008, encontró que la política de transferencias merma el esfuerzo fiscal de los gobiernos locales, teniendo un efecto negativo en la evolución del tiempo. Y la vez, pone en duda el mito que emana de los municipios de gran tamaño, donde a mayor tamaño, mejor es su esfuerzo fiscal.

Por el lado de la elección pública, podemos dar cuenta que la racionalidad de los agentes económicos confirma la tesis del Estado Leviatán; donde, por un lado, el análisis clásico propone recaudar una cantidad de ingresos sujeta a restricciones de eficacia y equidad, con límites físicos e institucionales para aumentar la base de ingresos. En el modelo Leviatán aparecen ilusión fiscal e ignorancia racional (Cullis, 1997). En efecto, la mayoría del gasto en las entidades se dedica al pago del personal y/o mantener la burocracia, y no es el mejor efecto para incentivar el crecimiento y maximizar el presupuesto. También hay que considerar que, en los últimos años, la explicación del Producto Interno Bruto es explicado en gran parte por el sector privado, a nivel federal, el gasto representó cerca del 20% del PIB.

Las entidades federativas tienen ciertas restricciones de índole normativo, financiero e incluso geográfico, que merman la capacidad operativa en las funciones de gobierno de éstas. No hay condiciones igualadoras a lo largo de los años que entre las entidades funcione. La gran dependencia de recursos federales provoca que las entidades no cumplan con sus funciones de gobierno y no actúen racionalmente ante la toma de decisiones.

Las causas también se atribuyen al predominio de microempresas de baja productividad en el sur del país, debido a la pobreza en la infraestructura en transporte, se traduce en altos costos logísticos, donde a la par, no hay incentivo para la producción de capital público dado el alto costo de producción en ausencia de una demanda de las empresas modernas, las transferencias condicionada y privadas (remesas) ayudan a una contribución igualadora en los hogares (Ros, 2015). Factores que no se encuentran en el presente trabajo, y que inhiben la desigualdad entre regiones y holgazanería fiscal, por un lado, se puede atribuir a la política exterior, desde la apertura comercial de los ochenta, se contaba con distintas dotaciones en personal calificado, recursos naturales, así como ventajas en la posición geográfica que incrementó la desigualdad entre las entidades (Esquivel, 2011). Coexisten diversas fallas de mercado que determinan una inversión privada subóptima.

Hay ciertas voces que señalan la urgencia de reformar o realizar un nuevo consenso para la Coordinación Fiscal, para que el federalismo funcione y cumpla con los objetivos teóricos que debería cumplir. Reformas a la forma en la distribución de recursos, programas universales, así como una reforma fiscal son casos que deben tomarse con cautela y analizar cada caso en peculiar de las entidades federativas. Así como un proceso de descentralización del gasto, que, debe ser paulatino pero concreto, para efectos de estabilidad macroeconómica.

La necesidad de políticas públicas que ataquen el problema de la falta de crecimiento y simultáneamente reduzcan la desigualdad social es más urgente que nunca (Jaime Ros, 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, M. y Fonseca, F. (2017) Finanzas públicas para todos: una introducción a la hacienda pública mexicana. México: Editorial Trillas. UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Ayala, J. (1990) Economía Pública: diccionario moderno: finanzas y empresa pública, federalismo y privatización, gasto y administración pública, seguridad social, economía del bienestar, ingreso y deuda pública, regulación y desregulación, elección pública. México: UNAM, Facultad de Economía.
- Ayala, J. (1995) Mercado, elección pública e instituciones: una revisión de las teorías modernas del Estado. México: UNAM, Facultad de Economía (M.A. Porrúa).
- Ayala, J. (2001) Economía del sector público mexicano. México: UNAM, Facultad de Economía.
- Babb, S. (2009) Behind the development banks: Washington politics, world poverty and the wealth. Chicago: University of Chicago Press.
- Brennau, G. y Buchanan, J. (1980) The power to tax: Analytical foundations of a fiscal constitution. Cambridge: Cambridge University Press.
- Caballero, E. (2012) Política fiscal e inversión privada en México. México: UNAM, Facultad de Economía.
- Cano, A. (2014) Federalismo y Política Fiscal. México: FLACSO-México.
- Catalán, A. (2011) Teoría de la Cointegración. CEPAL: Universidad Nacional de Colombia.
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (2016) El entorno de las Finanzas Públicas en México. México: Auditoría Superior de la Federación, Cámara de Diputados.
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (2016) El Nuevo Federalismo Fiscal. México: Auditoría Superior de la Federación, Cámara de Diputados.
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (2017) Técnicas Presupuestarias. México: Auditoría Superior de la Federación, Cámara de Diputados.
- Cervantes, M. (2016) Macroeconomía abierta. México: Laboratorio de Análisis Económico y Social
- Céspedes Jardi, Galí, L. (2013) Fiscal Policy and macroeconomic performance. Chile: Banco Central de Chile.
- Chatfield, C. (1989) The analysis of time series: An introduction. London: Chapman & Hall.
- Chávez Gutierrez, F. (2001) El federalismo Fiscal Mexicano. Actual: Notas para una discusión básica. México: Fundación Friedrich Ebert Stiftung.
- Consejo Nacional de Población (2018) Principales resultados de las Proyecciones de la Población de México de las Entidades Federativas, 2016-2050. México: Secretaría de Gobernación.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 09 de agosto de 2019.
- Cullis, J. (1997) Public finance and public choice. New York: Oxford University Press.
- Dornbusch, R., Fisher, S. y Startz, R. (2014) Macroeconomía. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Enders, W. (1995) Applied econometric time series. New Jersey: Wiley.

- Esquivel, G. (2011) The Dynamics of income inequality in Mexico since NAFTA. Mexico: United Nations Development Program.
- Flamand, L. (2006) El juego de la distribución de recursos en un sistema federal, la influencia del gobierno dividido verticalmente en la asignación de fondos federales a los estados mexicanos. México: El Colegio de la Frontera Norte, Política y Gobierno, Vol. XIII, No. 2, II semestre de 2006.
- Gallego, (2008) Apuntes de Econometría. España: Universidad de Cantabria, Creative Commons.
- Granger (1977) Forecasting economic time series. New York: Academic.
- Guillen, T. (2010) La acción social del Gobierno Local: Pobreza Urbana, Programas Sociales y Participación Ciudadana. México: UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010) Econometría (Quinta Edición). México: McGraw-Hill Educación.
- Hausman, D. (2006) Economic analysis, moral philosophy and public policy. New York: Cambridge University Press.
- Haveman, R. (1970) El Sector Público. México: Centro Regional de Ayuda Técnica.
- Hernández y Herrador (2000) Econometría de series temporales. Madrid: Universitas
- Hernández, A. (1998) Definiciones y teorías sobre el federalismo: una revisión de la literatura. México: CIDE, Política y Gobierno, Vol. I, primer semestre de 1998.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Banco de Información Económica.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, cuarto trimestre de 2018.
- Jiménez, I. y Jiménez, R. (2008) El proceso de planificación y el presupuesto gubernamental. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Tlahuelilpan.
- Johansen, S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford: Oxford University Press
- Journard, I., Pisu, M. y Bloch, D. (2012) Tackling income inequality (The role of taxes and transfers). OECD Journal: Economic Studies.
- Ley de Coordinación Fiscal, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 2018.
- Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 2018.
- Ley de Planeación, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de febrero de 2018.
- Ley del Banco de México, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de enero de 2014.
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2015.
- Loría, E. (2007) Econometría con aplicaciones. México: Pearson Educación.
- Madsen, H. (2008) Time series analysis. Boca Raton: Chapman & Hall.
- Mandujano, N. (2010) Federalismo fiscal en México: una propuesta para fortalecer la hacienda pública estatal. México, UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.

- Mata, A. (2013) Estadística aplicada a la administración y a la economía. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Montenegro, Á. (2011) Análisis de series de tiempo. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Mueller, (1989) Public Choice II. Cambridge: Cambridge University Press.
- Musgrave, R. (1989) Hacienda Pública: teoría y aplicada. Madrid: McGraw-Hill.
- Novales, A. (2014) Modelos vectoriales auto regresivos (VAR). España: Universidad Complutense.
- Ocampo, J. (2008) Las concepciones de la política social: universalismo versus focalización. Corporación Andina de Fomento (CAF): Nueva Sociedad.
- OECD (2018) Fiscal Decentralization and Inclusive Growth. Korea: Korea Institute of Public Finance.
- Pérez, C. (2006) Econometría de las series temporales. Madrid: Pearson Educación.
- Regúlez, M. (2008) Ecuaciones Simultáneas con aplicaciones en Gletls. España: Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Ros, J. (2015) ¿Cómo salir de la trampa del lento crecimiento y alta desigualdad? México: El Colegio de México y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rosales, M. y Del Río, A. (2018) Panorama de la Sostenibilidad fiscal en México, Marco de referencia para analizar la sostenibilidad fiscal en México. México: Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República.
- Rosen, H. (2008) Hacienda Pública. Madrid: McGraw-Hill.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas.
- Smith, H. (2017) Increasing Decision Making Capacities of Local Governments: Mexico's Quest for Economic Growth.
- Sour, L. (2008) Un repaso de los conceptos sobre capacidad y esfuerzo fiscal, y su aplicación en los gobiernos locales mexicanos. México: El Colegio de México, Estudios Demográficos y Urbanos.
- Stiglitz, J. (2002) La Economía del Sector Público. Barcelona: A. Bosch.
- Stiglitz, J. y Walsh, C. (2010) Macroeconomía (2da. Edición). Barcelona: Ariel.
- Trujillo, L. (2008) Transferencias intergubernamentales y gasto local desde una revisión de la literatura. México: CIDE, Revista Gestión y Política Pública, Volumen XVII, No. 2, II semestre de 2008.
- Varian, H. (2011) Intermediate microeconomics (8th ed.). Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Weber, J. (1982) Matemáticas para administración y economía (4ta. Edición). México: Harla.