



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

PRONÓSTICO DE LA CANASTA DE BIENES Y
SERVICIOS (INPC) EN MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y COMPUTACIÓN

PRESENTA:
KARLA YAZMÍN RODRÍGUEZ TORRES

ASESOR:
DRA. MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ VIDEGARAY

OCTUBRE 2015



Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradecimientos

A Dios

Por haberme permitido llegar a este momento tan especial de mi vida. Por todo el amor con el que me rodea, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi mami Columba

Gracias por darme la vida, quererme mucho y creer en mí. Por haberme apoyado en todo momento, por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu amor. Eres la mejor mami del mundo y eres mi amor.

Mami gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

A mi hermana Flor

Por ser una gran amiga y compañera, por cada momento inolvidable que hemos vivido las tres, por apoyarme siempre, eres una de las personas más importantes de mi vida. Te amo hermanita.

A toda mi familia

Por su apoyo incondicional, por compartir conmigo buenos y malos momentos. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A Adrián

Por ser más que mi amigo y compañero, no solo los cuatro años y medio de carrera sino los más de cinco años de una hermosa relación que hemos construido, por los buenos momentos juntos, por tu cariño y apoyo.

A la Dra. MariCarmen González Videgaray

Gracias por su valiosa guía para la elaboración de este trabajo, por compartir su experiencia y conocimientos, por el apoyo dentro y fuera del aula, por esmerarse en cada clase y convertirse en un ejemplo a seguir.

Contenido

Introducción.....	4
Objetivo	7
Hipótesis.....	7
Capítulo 1. La canasta de bienes y servicios en México	8
1.1 El Índice Nacional de Precios al Consumidor	8
1.2 ¿Cómo está constituido el INPC?	11
1.3 La importancia y limitaciones del INPC	15
Capítulo 2. Metodología de Box-Jenkins	19
2.1 Series de tiempo	21
2.2 Componentes de las series de tiempo	24
2.3 Metodología Box-Jenkins	27
2.3.1 Modelos estacionarios.....	32
2.3.2 Modelos de media móviles MA(q)	33
2.3.3 Modelos autorregresivos AR(p)	34
2.3.4 Modelo ARMA (p,q)	34
2.3.5 Modelo ARIMA(p,d,q)	35
2.3.6 Modelos con variación estacional	37
Capítulo 3. Selección del modelo más adecuado	40
3.1 Verificación.....	40
3.2 Identificación tentativa	43
3.3 Pronóstico.....	46
Capítulo 4. Contraste del pronóstico del INPC con el Índice de Bienestar en México	54
4.1 Vivienda.....	62
4.2 Ingreso.....	63
4.3 Empleo.....	63
4.4 Educación	64
4.5 Seguridad.....	65
4.6 Satisfacción.....	65
4.7 Balance vida-trabajo.....	66
Conclusiones.....	67
Anexo A.....	70
Anexo B.....	81
Anexo C.....	83

Referencias	88
Glosario.....	91

Introducción

El futuro es un tema que siempre ha preocupado a las personas, por ello siempre se han buscado formas para conocerlo. Los horóscopos, las cartas, la mano y hasta el café han sido técnicas que muchos han utilizado como métodos para conocer qué pasará, pero para tomar decisiones de gran importancia y que afectan la vida diaria de miles de personas se deben utilizar instrumentos que permitan contar con información real, información que permita conocer la situación actual, cuál es la dirección que se seguirá (según la tendencia de los datos con los que se cuente) y qué se puede hacer para construir o llegar al futuro que se desea.

Los pronósticos forman parte de la vida diaria, cada decisión por más sencilla que parezca implica un cierto grado de incertidumbre y siempre se espera obtener un resultado favorable a cada una de las decisiones tomadas.

Sin saberlo, toda persona realiza pronósticos día a día, sin embargo, cuando se trata de decisiones que afectan a un gran número de personas o si estas decisiones implican costos, es preferible tener en cuenta algún mecanismo que garantice o brinde cierto grado de seguridad acerca de dichas decisiones, y del impacto que éstas tendrán. Por ello, es preferible hacer un pronóstico que sea lo más parecido al fenómeno real que se está modelando. Es decir, un pronóstico de alta precisión.

Los pronósticos han cobrado gran importancia debido a que se puede modelar un fenómeno real con un margen de error acotado, esto aunado a la cantidad de modelos que existen para poder ajustar y pronosticar los datos de una determinada serie de tiempo sin importar las características de éstas, incluso si se trabaja con pocos o ningún dato.

Los fenómenos económicos son de los cambios que más afectan a las personas, ya que cada decisión tomada por empresarios, economistas y el gobierno, repercute a todo un país, desde los grandes empresarios hasta las personas con un poder adquisitivo más bajo.

En un país en donde cerca de la mitad del total de la población se encuentra en una situación económica desfavorable¹, es necesario actuar frente a los cambios de factores económicos, sobre todo cuando estos afectan negativamente a las personas. Es aquí cuando surge la necesidad de prever o adelantarse a lo que pasará en la economía mexicana, utilizar un mecanismo para hacer frente a la situación y ayudar

a que los movimientos en los factores económicos no sean una grave afectación para las personas más pobres. La importancia que las variaciones provocan en la vida cotidiana de miles de personas y que pueden afectar o favorecer a todo un país son las razones por lo que los factores económicos han sido tan estudiados.

Uno de los índices que más afectan la economía mexicana es la inflación. El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es el indicador de precios de la canasta de bienes y servicios e instrumento estadístico por medio del cual se mide el fenómeno económico que se conoce como inflación ² que enfrentan en las familias mexicanas. El INPC es también un pronóstico temprano de la inflación, en la medida que crezca más allá de ciertos parámetros prefijados y para la mayoría de las personas ese aumento es una mala noticia.

La importancia del INPC radica en que a partir de las variaciones este índice se revisan los incrementos salariales, los montos de las jubilaciones y las prestaciones de seguridad social, así como los pagos de intereses, los montos de alquileres, los contratos privados y los precios de los bonos ³.

Por esta razón es necesario prever dichos movimientos, esto brinda la posibilidad a las autoridades financieras y hacendarias de diseñar políticas monetarias y fiscales orientadas a procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional y unas finanzas públicas sanas.

El objetivo de este trabajo es encontrar un modelo que pronostique los valores del INPC a través de la Metodología Box-Jenkins, como una medida de bienestar de la población mexicana.

El documento se organiza de la siguiente manera: contiene cuatro capítulos y tres anexos. El primer capítulo presenta los aspectos más relevantes y características del INPC. El segundo capítulo presenta los aspectos y métodos de los modelos ARIMA, así como las características de la metodología Box-Jenkins. En el tercer capítulo se ajustan los datos a los modelos ARIMA y se muestran los pronósticos puntales y por intervalo para la serie de tiempo del INPC. En el cuarto capítulo se hace una comparación de los pronósticos obtenidos a partir de la metodología Box-Jenkins con Índice de Bienestar que publica la OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Por último se presentan las conclusiones. El anexo A muestra el histórico de los datos del INPC desde 1960 a diciembre de 2014. El anexo B muestra todos los artículos y servicios que se toman en cuenta para la

elaboración del INPC. El anexo C presenta la lista de las ciudades que se toman en cuenta para el cálculo del INPC.

Objetivo

El objetivo del siguiente trabajo es modelar matemáticamente el INPC como una medida del bienestar de la población mexicana, a través de modelos ARIMA con base en la metodología Box-Jenkins.

Hipótesis

El modelo matemático para el INPC se realizará a través de un modelo de series de tiempo, para reflejar el comportamiento de dicho índice, encontrando un modelo que se ajuste bien a los datos, pero principalmente que dicho modelo realice un buen pronóstico.

Capítulo 1.

La canasta de bienes y servicios en México

Cada país cuenta con diversos objetivos dentro de su economía. Uno de los principales tanto en México como el mundo es el control de la inflación debido a los efectos negativos que esta presenta sobre la población, tanto a habitantes como a empresas. Por esta razón la medición de los cambios en los precios de bienes y servicios cobra relevancia para la toma de decisiones en el área económica.

1.1 El Índice Nacional de Precios al Consumidor

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es un indicador económico global cuya finalidad es la de medir, a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios que la población adquiere, utiliza o paga por su consumo. Dicha canasta es representativa del consumo de los hogares mexicanos urbanos, es decir, un promedio ponderado que representan los movimientos de los precios de un grupo de bienes y servicios típicos del consumo de las familias mexicanas.

Es el instrumento estadístico por medio del cual se mide el fenómeno económico que se conoce como inflación ² que enfrentan en las familias mexicanas. La evolución del INPC es importante para el análisis de la inflación, ya que permite conocer cuál es la inflación promedio en el país durante un periodo específico.

El Banco de México define la inflación como un “aumento sostenido y generalizado de los precios de los bienes y servicios de una economía a lo largo del tiempo”. Con el propósito de medir la inflación se desarrolló el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) ⁴.

Los movimientos (incrementos principalmente) del INPC afectan a los mexicanos principalmente en su poder adquisitivo, sobre todo porque la percepción de las personas es que en general precios de los productos de la canasta básica se aumentan mes a mes. Es difícil tener una idea clara de qué productos

principalmente afectan más a su economía, ya que el índice solo refleja el promedio de los movimientos.

Es importante destacar que la inflación no siempre se considera mala o perjudicial. En ciertas épocas del año algunos productos o servicios tienden a incrementar sus precios, esto se debe a que la demanda de dichos productos también aumenta, lo que requiere mayor mano de obra con lo cual se generan empleos (aunque en la mayoría de las ocasiones son temporales).

Dada la gran importancia que tiene el gasto familiar en la economía, y debido a que más de dos terceras partes del gasto total de la economía corresponden al gasto que realizan los hogares las variaciones del INPC se consideran una buena aproximación de las variaciones de los precios de los bienes y servicios comerciados en el país ⁴.

El INPC tiene una periodicidad de cálculo quincenal y su difusión es tanto quincenal como mensual. El resultado mensual es el promedio de las dos quincenas de un mismo mes. Para la difusión de dichos resultados, el INEGI publica en el Diario Oficial de la Federación a más tardar el día 10 de cada mes, los valores del INPC también se encuentran disponibles en el sitio oficial del INEGI y del Banco de México. El INPC comenzó a publicarse en 1969, teniendo como base el año anterior. A lo largo del tiempo, este indicador se ha actualizado en siete ocasiones, la más reciente de estas actualizaciones es el cambio de base correspondiente a la segunda quincena de diciembre de 2010.

Los cambios han sido principalmente para incrementar el número de productos y servicios de la canasta básica o aumentar el número de ciudades, estos cambios se aplican al realizar las Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), de donde se obtienen los datos de los productos a dar seguimiento para poder construir el INPC.

A lo largo del tiempo, los patrones de consumo de los hogares se modifican, ya sea por cambios en el ingreso o por la aparición de nuevos productos. Además, por lo general, los consumidores tienden a sustituir productos que se encarecen por productos más baratos.

Tabla 1.1. Evolución del INPC

Periodo base	Ciudades	Número de productos y servicios específicos cotizados al comienzo de la utilización de la base	Fuente para ponderaciones
1968	7	5,100	ENIGH (1993) y consumos aparentes de la Matriz de Insumo Producto 1960
1978	16	7,100	
1980	35	9,700	ENIGH(1977)
1994	46	43,400	ENIGH(1989)
Segunda quincena de junio de 2002	46	58,200	ENIGH(2000)
Segunda quincena de diciembre de 2010	46	83,500	ENIGH(2008)
Segunda quincena de abril de 2013	47	83,500	ENIGH(2010)

Fuente: BANXICO²

La tabla 1.1 muestra como ha variado el INPC, tanto en incremento de ciudades y productos o bienes cotizados, y en base a que encuestas se han publicado los valores de este índice.

Las últimas actualizaciones presentan las siguientes características⁵:

- a) Cobertura geográfica nacional
- b) Representación de cada entidad federativa por al menos una ciudad
- c) Se cotizan precios en 46 ciudades y áreas metropolitanas distribuidas en siete regiones todas con población de al menos 20,000 habitantes e incluyendo las 10 zonas metropolitanas de mayor tamaño poblacional
- d) La canasta de bienes y servicios considera el total del gasto en consumo de los hogares urbanos, distribuidos en 283 conceptos genéricos representantes del consumo de 46 ciudades distribuidas en siete regiones del país. Las 46 ciudades se pueden consultar en el Anexo B
- e) Se elaboran índices para cuatro estratos de ingresos y tres tamaños de localidad

- f) Se cotizan mensualmente alrededor de 235 mil precios, correspondientes a una muestra de aproximadamente 83,500 bienes y servicios específicos.

El 15 de Julio de 2011 finalizó el mandato legal de elaborar y difundir el INPC por parte del Banco de México y a partir de julio de 2011 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se convirtió en el encargado de la elaboración y publicación de dicho índice. Sin embargo, esto no significa que el Banco de México se haya deslindado del índice. El cambio se debió a la entrada en vigor de la Ley del Sistema de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG) publicada el 16 de Abril de 2008 en el Diario Oficial de la Federación, en donde se contempló dicha transferencia de responsabilidades.

En la determinación de la canasta de consumo se utiliza como principal fuente de información la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) que recaba el INEGI. La información de los gastos de consumo de los hogares mexicanos urbanos que genera esta encuesta, se incorporan como ponderadores de las variaciones de precios en el cálculo del INPC, se selecciona una muestra representativa de productos o servicios específicos correspondientes a cada producto genérico y a cuyos precios se da seguimiento en los establecimientos donde principalmente compran los mexicanos.

1.2 ¿Cómo está constituido el INPC?

Una gran variedad de índices de precios se obtienen al definir el índice como el porcentaje de cambio del costo total de adquirir un conjunto de cantidades llamado **“canasta”**. Este índice fue propuesto por primera vez por Lowe en 1823. Se define de la siguiente manera ⁶:

Sea n la cantidad de productos de la canasta con precios p_i y cantidades q_i , y sea 0 y t los dos periodos que se comparan, el índice de Lowe se define de la siguiente manera:

$$P_{LO} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{\sum_{i=1}^n p_i^o q_i}$$

En principio, cualquier conjunto de cantidades puede ser utilizado en la canasta, pueden ser de los mismos periodos o de cualquier otro periodo, pero por razones prácticas la canasta de bienes y servicios debe basarse en una encuesta sobre el gasto del consumo de los hogares de un periodo cercano a los periodos comparados. El periodo cuyas cantidades se utilizan es llamado periodo de referencia de las ponderaciones y se denotará como periodo b . El periodo 0 es el periodo de referencia de precios, b puede tomar cualquier valor entre 0 y t . El índice de Lowe que utiliza las cantidades del periodo b puede expresarse de la siguiente forma:

$$P_{Lo} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i^t q_i^b}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^b} = \sum_{i=1}^n (p_i^t / p_i^0) / s_i^{0b}$$

donde $s_i^{0b} = \frac{p_i^0 q_i^b}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^b}$

El índice se puede expresar y calcular de dos maneras: como cociente de valores agregados o como una media aritmética ponderada de cocientes (cocientes relativos de los precios) p_i^t / p_i^0 utilizando como ponderaciones las participaciones de gasto híbrido s_i^{0b} de cada producto. Los gastos se consideran híbridos porque los precios y las cantidades pertenecen a dos periodos distintos 0 y b respectivamente.

Cuando las cantidades corresponden al periodo de referencia de los precios, es decir, cuando $b=0$, se obtiene el índice de Laspeyres.

En México el Índice Nacional de Precios al Consumidor se calcula utilizando la fórmula de Laspeyres ⁷. El índice de precios de Laspeyres calcula la variación del valor de una canasta compuesta por n bienes y servicios, bajo el supuesto de que las cantidades de compra de cada artículo de la canasta son las mismas que se realizaban en el periodo base. Se define como:

$$P_L = \frac{\sum_{i=1}^n p_i^t q_i^0}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^0} = \sum_{i=1}^n (p_i^t / p_i^0) s_i^0$$

Donde s_i^0 denota la participación del gasto efectivo en el producto básico i en el período 0: es decir $p_i^0 q_i^0 / \sum p_i^0 q_i^0$

Esta fórmula tiene como característica que la canasta y las ponderaciones son fijas, durante el periodo en que esté vigente la base y/o los periodos a evaluar.

La fórmula de Laspeyres es de uso generalizado en el mundo, incluyendo a los países desarrollados. Es recomendada por organismos internacionales para facilitar la comparación de los índices de precios entre países.

El INPC sigue una media ponderada ya que para una serie de datos $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ a la que corresponden los pesos $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, es posible calcular la media ponderada como:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

En donde en cada uno de los pesos $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ indica la importancia que hay que dar a cada uno de los valores de X .

Para la elaboración del INPC se toman en cuenta los puntos de venta en los cuales los consumidores realizan sus compras. Éstos son seleccionados en cada una de las localidades del INPC en función de las preferencias de las familias de cada una de ellas. De esta manera, para la captación de los precios utilizados en el indicador, se incluyen supermercados, mercados públicos, tianguis, clubes de precios, tiendas departamentales, etc., de acuerdo con la importancia que tienen en cada localidad⁸.

Se consideran las distintas marcas, presentaciones y variedades de los bienes y servicios que las familias mexicanas consumen. Los productos o servicios específicos que integran al INPC son seleccionados en los puntos de venta, tomando en cuenta las preferencias de los consumidores en razón de marcas, presentaciones y variedades.

Dependiendo de las preferencias del consumidor, podría ocurrir, por ejemplo, que si los precios de la carne de res suben demasiado, el consumidor decida sustituirla por carne de pollo, si es que ésta se mantiene relativamente más barata, con lo que su nivel de bienestar podría mantenerse sin cambio. El cálculo del INPC a partir de la fórmula de Laspeyres, en donde se usa una canasta fija de bienes y servicios, no

toma en cuenta que los consumidores tienen la oportunidad de sustituir productos relativamente más caros por productos relativamente más baratos (lo que se conoce como sesgo por sustitución) ⁴.

El INPC incluye los gastos realizados en consumo y excluye los costos de financiamiento; el gasto relevante es equivalente al costo de adquisición del bien o servicio de consumo. Los gastos realizados al contado se consideran tal como se reportan en la ENIGH, mientras que los bienes y servicios adquiridos a plazos se consideran el precio pactado para la adquisición.

Se utilizan los precios de contado, incluyendo impuestos como el IVA (Impuesto al Valor Agregado), el ISAN (Impuesto Sobre Automóviles Nuevos) y en general, cualquier otro que los consumidores tengan que pagar por la adquisición de un bien o la prestación de un servicio. Asimismo, se incluyen los precios de bienes o servicios en oferta, siempre y cuando estos no estén condicionados o correspondan a liquidaciones. Se entiende por oferta condicionada cuando para que esta sea efectiva se deba adquirir un producto adicional ⁸.

Para la elaboración del INPC se hace un seguimiento continuo de los precios de productos específicos. Sin embargo, para fines de cálculo del INPC, estos específicos se agrupan para formar conjuntos aproximadamente homogéneos de bienes y servicios que se denominan genéricos. Estos últimos constituyen la menor unidad de ponderación dentro del INPC. En la práctica, cada mes se recopilan cerca de 235,000 cotizaciones de productos específicos que se agrupan en los 283 conceptos genéricos que integran la canasta.

Los principales componentes del INPC se dividen en subyacentes y no subyacentes, que se agrupan en ocho categorías, de acuerdo con la forma en que los consumidores distribuyen su gasto ⁹:

- a) Alimentos, bebidas y tabaco: cereales, hortofrutícolas, cárnicos, bebidas, abarrotes
- b) Ropa, calzado y accesorios
- c) Vivienda
- d) Muebles, aparatos y accesorios domésticos
- e) Salud y cuidado personal
- f) Transporte
- g) Educación y esparcimiento
- h) Otros servicios

Los componentes a detalle de la canasta de bienes y servicios se pueden consultar en el Anexo C.

Se consideran subyacentes los alimentos, bebidas y tabaco, mercancías no alimenticias, vivienda, otros servicios y educación. Mientras que en la categorías de artículos no subyacentes se encuentran las frutas y verduras, pecuarios, energéticos y tarifas autorizadas por el gobierno.

En el INPC la población urbana del país se encuentra representada por 46 ciudades, distribuidas a lo largo y ancho del territorio nacional, que integran al índice, agrupadas en siete regiones geográficas (Frontera Norte, Noroeste, Noreste, Centro Norte, Centro Sur, Sur y Área Metropolitana Cd. de México), y clasificadas en tres tamaños de localidad: pequeña (de 20 mil a 120 mil habitantes), mediana (más de 120 mil y hasta 600 mil habitantes) y grande (más de 600 mil habitantes). Asimismo, se consideró el requisito de que cada estado de la República Mexicana esté representado por al menos una ciudad.

En INPC es un indicador con una metodología sólida y transparente, reconocido así por instancias nacionales e internacionales, como el Fondo Monetario Internacional, sujeto a un Sistema de Gestión de Calidad ISO:9001, que requiere auditorías internas y externas ⁴.

1.3 La importancia y limitaciones del INPC

La importancia del INPC radica en poder conocer cuál es la inflación promedio en el país durante un periodo específico. Contratos de diverso tipo, como alquileres de inmuebles y pensiones, los incrementos salariales, los montos de las jubilaciones y las prestaciones de seguridad social, los pagos de intereses, los contratos privados y los precios de los bonos se revisan con base a las variaciones del INPC. Además posibilita a las autoridades financieras y hacendarias a diseñar las políticas monetarias y la evaluación de la misma a corto plazo y fiscales orientadas a procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional y unas finanzas públicas sanas ⁴. Es posible conocer el comportamiento de un producto en específico de la canasta en un determinado periodo

Medir la inflación es un tema complejo por las siguientes razones:

- a) Por el número tan grande de precios que existe en una economía moderna. En algunas zonas pueden existir marcas que en otras regiones tal vez no, algunas regiones tiene marcas o presentaciones de ciertos productos que no se encuentran en el resto del país.
- b) Por la necesidad de tener una cobertura lo más amplia posible de los gastos que realizan los agentes económicos. Es complicado cubrir la totalidad del mercado, se debe delimitar y solo tomar muestras, pero los gustos y la dieta de los mexicanos son muy diferentes en todas las regiones del país, en una zona en donde se considera fundamental un producto, en otra zona puede no ser tan consumida.
- c) Porque los precios no cambian simultáneamente, ni avanzan todo el tiempo a la misma velocidad. En ciertas épocas del año se suele consumir más ciertos productos, por ejemplo en diciembre se puede comprar más uvas o ciertas frutas, en agosto los cuadernos y objetos de papelería serán más demandados.
- d) Se utiliza por un largo periodo una canasta fija, en la que no se toma en cuenta la sustitución de un producto por parte de los consumidores, debido a un incremento de precios o la entrada de un nuevo producto al mercado.
- e) La economía informal se ha vuelto un importante proveedor de productos de consumo mexicano, se venden productos de todo tipo y con precios más atractivos para el consumidor, sin importar su procedencia o verdadera calidad.

Algunas de éstas complejidades se han visto disminuidas por el uso de ponderaciones, metodologías usadas mundialmente y procedimientos adaptados a la realidad de la economía mexicana para así lograr que las muestras sean lo más representativas posibles, disminuir errores o las desviaciones.

El principal problema del INPC no es la complejidad que puede representar la construcción de dicho índice, sino los factores que no se pueden controlar y que afectan a los productos que componen la canasta básica; fenómenos naturales, crisis en otros países, plagas, enfermedades, e incluso decisiones de empresarios o problemas de la empresas, son algunos de los factores que se deben de tomar en cuenta para evitar un aumento excesivo de los precios y que se convierten en factores que afectan también a toda la economía mexicana.

El aumento descontrolado de los precios tiene varias implicaciones negativas para la economía. Si los precios aumentan constantemente, resulta difícil para una

familia saber cuánto dinero requiere para adquirir los bienes que necesita, las personas empiezan a dejar de consumir un producto o si es posible disminuir su consumo o remplazarlo por algún similar, o si con la misma cantidad de dinero alcanza para adquirir lo que acostumbraba. En el caso de las empresas, también se convierte en una grave afectación, ya que no pueden hacer una estrategia de negocios al no conocer el monto en el que se incrementarán sus insumos, los inversionistas no podrían determinar razonablemente los niveles de tasas de interés ni los rendimientos de sus inversiones, por lo que podrían postergarlas o cancelarlas. Mientras más cambios existan en los precios habrá más distorsiones e ineficiencia en la asignación de los recursos, lo que a su vez se traduce en una pérdida de competitividad y de actividad económica.

Así, con aumentos generalizados y constantes de precios, la planeación económica resulta difícil e incierta, limita la formación de patrimonios y el ahorro e impide la construcción de obras de infraestructura que requieren de un plazo largo para su realización. Para obtener mayores niveles de inversión y de crecimiento económico, al inicio de año se plantea una tasa de crecimiento que en muchas ocasiones se ve reducida por los diversos factores que afectan a la inflación. Ésta es una de las razones por la cual es necesario contar con un entorno de estabilidad de precios que permita la planeación económica y mantenga el valor del dinero a lo largo del tiempo. Por lo anterior, el objetivo principal del Banco de México es el de procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional, tarea que se logra con la estabilidad de precios.

La inflación es perjudicial por las siguientes razones ³:

1. Daña la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional
2. Afecta el crecimiento económico al hacer más riesgosos los proyectos de inversión
3. Distorsiona las decisiones de consumo y ahorro
4. Propicia una desigual distribución del ingreso

Debido a esta complejidad y la importancia que representa este índice en nuestro país, es importante poder prever los posibles movimientos que se generarán. La manera en que se puede dar una aproximación a los valores del INPC es a través de un modelo matemático.

Un modelo matemático es un sistema donde los comportamientos o variaciones se pueden simular por medio de ecuaciones matemáticas que pueden usarse para

describir, explicar o pronosticar ¹⁰. Dichas ecuaciones permiten obtener resultados con base en experiencias anteriores o a estadística. Hay que rescatar que todo modelo matemático sufre de error cuando se compara con la realidad, pues siempre será un cálculo y estará expuesto a factores externos que no permitan la exactitud; el objetivo es lograr que ese error sea lo más pequeño posible.

Los pronósticos se pueden generar a partir de pocos datos, generalmente utilizando modelos de regresión lineal o no lineal, pero en el caso del INPC que es publicado quincenalmente, hace que se tenga un conjunto más grande de datos, por lo cual se puede pensar en un modelo que tome en cuenta tendencias o variaciones en los datos.

Al tratar de modelar un índice cuya naturaleza es impredecible, ya que se basa en los precios de productos del consumo regular de las familias mexicanas, los cuales pueden cambiar por factores externos, es necesario el uso de modelos estocásticos.

El modelo que utilizará es un proceso estocástico de series de tiempo, en donde el objetivo será encontrar un modelo que pronostique los valores del INPC a través de la metodología Box-Jenkins.

Capítulo 2.

Metodología de Box-Jenkins

En este capítulo se describirá la metodología Box-Jenkins, que será aplicada a la serie del INPC.

Hoy en día contar con información en el momento adecuado es muy importante. Cuando se deben de tomar decisiones para el futuro y no se sabe con certeza qué pasará, un pronóstico puede brindar la posibilidad de adelantarse a dichos acontecimientos, para así tomar decisiones más adecuadas, y con cierto grado de confianza. Cada decisión tomada tiene consecuencias, lo cual se debe tomar en cuenta, principalmente si dichas decisiones afectan a un número muy grande de personas, por ejemplo un país; ésta es una de las razones que lleva a realizar pronósticos.

Realizar un pronóstico implica cierto grado de error, un error es la diferencia entre el pronóstico y lo ocurrido. Es aceptable pensar en que al pronosticar se cometerán errores, siempre y cuando estos sean controlados y razonables.

El error que ocurre en un tiempo t se llamará e_t . Este error no tiene tendencia, se supone que está formado de variables aleatorias independientes, idénticamente distribuidas con media cero y varianza constante σ^2 . Un error con este comportamiento recibe el nombre de ruido blanco, es así como se define un error controlado y razonable y se considerará un buen pronóstico a aquel cuyos errores se comporten como ruido blanco ¹¹.

Para realizar pronósticos se pueden utilizar métodos cuantitativos o cualitativos. No se puede considerar que uno sea mejor que otro, pero es preferible utilizar métodos cuantitativos debido a la importancia ya mencionada del INPC, además este tipo de pronósticos permiten hacer mediciones numéricas y estimar los posibles errores. Los métodos cuantitativos sólo pueden utilizarse cuando los datos con los que se cuenta cumplen las tres características siguientes:

- 1) Los datos son de tipo numérico. Además de ser números, con los datos del INPC se pueden realizar operaciones y el resultado de dichas operaciones

tiene sentido. Por ejemplo, saber cómo varió el INPC respecto de un mes a otro.

- 2) Los datos son suficientes. La metodología de Box-Jenkins requiere al menos de 80 datos para poder aplicarse. El INPC empezó a publicarse desde 1969. En el sitio oficial del INEGI ¹² se pueden consultar los datos del INPC desde dicho año, teniendo así un total de 552 datos hasta diciembre de 2014. Esta cantidad de datos permitirá extraer razonablemente algún tipo de comportamiento.
- 3) Los datos siguen un patrón o comportamiento relativamente estable. La elección del modelo matemático se basa en la búsqueda de un patrón estable dentro de los datos.

Debido a las características del INPC se puede utilizar alguna técnica para métodos cuantitativos. Las técnicas de series de tiempo buscan pronosticar la variable endógena a través de su historia, es decir, de sus valores anteriores.

Una metodología utilizada en los pronósticos de las series de tiempo que tiene aplicaciones prácticas en la planeación económica y financiera, es la de Box-Jenkins, cuyo proceso iterativo permite construir modelos lineales de series de tiempo, y su objetivo es obtener el mejor pronóstico posible.

Los métodos cuantitativos se basan en datos históricos, a través de modelos matemáticos de tipo estocástico.

Los modelos cuantitativos que serán utilizados son modelos univariados para pronosticar. Estos modelos predicen valores futuros de una serie de tiempo con base en los valores anteriores de la misma serie de tiempo ¹³, de modo que la única variable de estos modelos es Y_t . Al utilizar un modelo univariado, los datos anteriores se utilizan con el objeto de identificar un patrón en los datos; dicho patrón se ampliará hacia el futuro para realizar el pronóstico. Esta idea parte del supuesto del patrón que se identificó sigue siendo el mismo en el futuro, por esta razón los modelos univariados para pronósticos son más útiles cuando se espera que las condiciones sean las mismas.

Es importante tomar en cuenta que no siempre el patrón identificado se mantendrá en el futuro, por lo cual se debe de tomar un cierto límite de hasta cuánto tiempo se realizará el pronóstico, es decir, fijar un horizonte (cuántos periodos es recomendable pronosticar), para evitar que el pronóstico se vuelva inexacto y poder hacer los cambios cuando sea necesario al modelo.

El INPC es el instrumento estadístico por medio del cual se mide el fenómeno económico que se conoce como inflación, por lo que el gobierno procura la estabilidad la que las variaciones muy agresivas de la inflación. Así que se puede considerar que los datos pueden mantener un patrón, con lo cual también se puede fijar un horizonte para el pronóstico, un periodo de mediano plazo (dos años) se considera aceptable para fenómenos económicos, ya que si bien el gobierno procura que las condiciones que puedan afectar a la inflación se mantengan estables, siempre existen fenómenos que nos se pueden controlar y hacen que la inflación pueda presentar datos influyentes en la serie de tiempo.

Por esta razón es que se tomarán dos años para pronosticar; a este límite de tiempo se le conoce como horizonte. Mientras más largo sea el horizonte, las técnicas proporcionan pronósticos no tan confiables.

2.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia ordenada de observaciones de una variable en particular. El orden es por lo general a través del tiempo en intervalos iguales ¹². Las series de tiempo pueden tener periodicidad anual, semestral, mensual, etc.

De manera más formal, se puede decir que una serie de tiempo es un proceso estocástico cuyo espacio de estados puede ser discreto o continuo, y cuyo espacio paramétrico es discreto y se representa por el índice t , que representa el estado de un fenómeno o sistema en el tiempo t ¹⁴. La serie de tiempo es una realización de un proceso estocástico, esto señala el elemento probabilístico presente en las series de tiempo.

El valor particular Y_t representa la t -ésima observación, es decir, el valor que tendrá el valor de la serie de tiempo en el momento t . Este valor puede ser conocido para $t=1,2,3,\dots,N$, cuyo valor puede ser una constante o un valor desconocido, una variable aleatoria. Se cuenta con N datos observados o históricos: Y_1, Y_2, \dots, Y_N . Después del N -ésimo valor, se requiere hacer pronósticos, debido a que ya no se cuenta con datos, ya que estos se obtendrán hasta que transcurra el tiempo suficiente. Esto quiere decir que se cuenta con N datos numéricos y se

desea pronosticar los valores posteriores al N -ésimo que son, por lo tanto, variables aleatorias ¹¹.

El objeto del análisis de series de tiempo es describir el proceso teórico para formar un modelo matemático que tenga propiedades similares al proceso real. Lo cual permitirá entender mejor el fenómeno a estudiar. El análisis de las condiciones en el pasado es la base para pronosticar el comportamiento de la variable bajo estudio, en este caso el INPC.

En el sitio del INEGI se encuentran publicados un total de un total de 552 datos del INPC, desde enero de 1969 a diciembre de 2014. Es difícil pensar que para realizar el pronóstico se utilizarán los 552 datos, ya que mientras más datos hay es más difícil encontrar un modelo que pronostique bien, esto debido a que las condiciones del país son distintas, los productos que las familias mexicanas consumían hace un poco más de cuarenta años no son iguales a las de septiembre el 2013 o 2014.

Los datos de la serie de tiempo pueden ser consultados en el Anexo A.

La metodología de Box-Jenkins requiere contar con al menos ochenta datos para que sea posible detectar tendencia y variación estacional, así como hacer diferencias de cualquier tipo (en caso de ser necesario) para poder dar tratamiento a los posibles problemas que podrían tener los datos como variación estacional, tendencia o heteroscedasticidad, sin tener que reducir demasiado el tamaño de la muestra.

Así como se fijó un horizonte para realizar los pronósticos, es necesario fijar un límite de la cantidad de datos a tomar. Para realizar este pronóstico se utilizarán los datos publicados a partir de junio de 2002 a diciembre de 2014, esto debido a que son las tres últimas modificaciones que ha sufrido el INPC, se consideran las más representativas dado que el número de ciudades es casi la misma. Tomando dichas fechas se puede contar con un número considerable de datos (151) que se considera apropiado para poder aplicar la metodología Box-Jenkins.

Dentro del análisis de la serie de tiempo resulta muy importante el análisis gráfico de las observaciones para poder visualizar rápidamente los datos y obtener los mejores pronósticos. La importancia de la gráfica radica en que ayuda a resumir y revelar patrones en los datos, mostrar datos atípicos y cambios en el patrón de los datos. La gráfica que se utilizará es el diagrama de dispersión de puntos de la variable contra el tiempo.

Para realizar las gráficas de la serie del INPC se utilizará el software estadístico *Statgraphics* (Centurion XV). La gráfica para los datos de la serie de tiempo del INPC muestra el comportamiento de INPC desde su publicación en enero de 1969 hasta diciembre de 2014 ¹⁵.

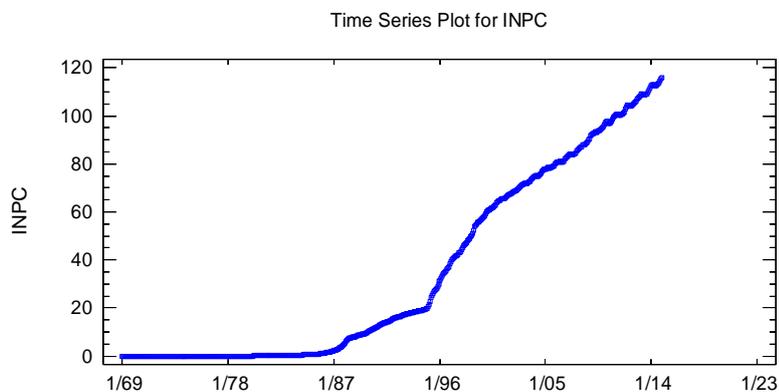


Figura 2.1 Serie de tiempo del INPC completa (Ene 69-Dic 14)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Se puede observar que los primeros 18 años el INPC se mantuvo casi constante con un ligero incremento en 1980. A partir de 1987 mantuvo una tendencia creciente pero fue hasta 1996 cuando los incrementos parecían tener una pendiente cada vez más cercana a los 90°, sin embargo a partir del 2002 el crecimiento tan acelerado del INPC se detuvo un poco.

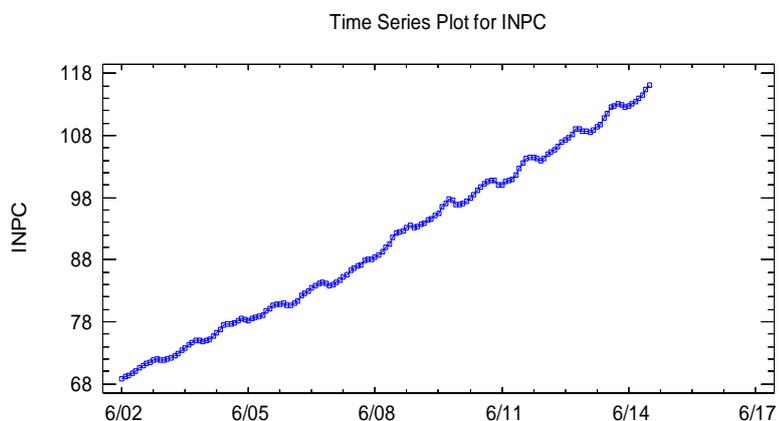


Figura 2.2. Serie de tiempo del INPC (Jun 02-Dic 14)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Como se comentó para el pronóstico del INPC se tomará en cuenta sólo los valores de junio de 2002 a diciembre de 2014. Esta serie de tiempo presenta una tendencia creciente, que puede ajustarse a una función lineal con pendiente positiva.

2.2 Componentes de las series de tiempo

Los datos de una serie de tiempo se pueden dividir en componentes individuales para facilitar su estudio y ayudar a la selección de un modelo adecuado.

1. Tendencia: es el comportamiento o patrón general que caracteriza a la serie de tiempo, suele detectarse a simple vista en la gráfica de la serie original. La tendencia es un componente muy importante que deberá ser considerado al seleccionar el modelo para realizar el pronóstico, ya que permite observar si la serie de tiempo adopta un patrón de crecimiento, decrecimiento, estabilidad, entre otros.

La tendencia dentro de los modelos de pronósticos se puede incluir de dos opciones: eliminarla o modelarla. La eliminación puede hacerse a través de transformaciones o diferencias finitas u ordinarias, ó usar un modelo que incluya la tendencia.

2. Variación estacional: se presenta cuando una serie es influenciada por factores estacionales. Son patrones periódicos en una serie de tiempo que se contemplan en periodos menores de un año. Por lo general, se utilizan datos mensuales o trimestrales para examinar la variación estacional. Es muy importante considerar esta variación dentro del pronóstico. Puede intentarse su eliminación a través de diferencias estacionales o puede modelarse.

3. Ciclo: se refiere a los movimientos hacia arriba y hacia abajo alrededor de los niveles de tendencia; estos movimientos se pueden ver si se cuenta con varios años de observaciones.

4. Fluctuación aleatoria: son los movimientos erráticos de una serie de tiempo, que siguen un patrón indefinido o irregular, todo aquello que ya no puede representar el modelo con exactitud. Muchas fluctuaciones son causadas por hechos inusuales, que no se pueden predecir. Para que el modelo sea adecuado, estas fluctuaciones aleatorias deben ser estadísticamente insignificantes, a lo que se

llama ruido blanco (*white noise*); variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas con media cero y varianza constante.

Salvo la fluctuación aleatoria, los demás componentes pueden o no presentarse en la serie de tiempo, ya sea en combinación o todos juntos. Esta es la razón principal de que existan varios modelos para elaborar pronósticos, por lo que uno de los mayores retos a afrontar es acoplar un modelo de pronóstico apropiado al patrón de los datos ¹⁶.

Se puede observar en la figura 2.2, que la serie de tiempo del INPC, además de la fluctuación aleatoria, presenta una tendencia creciente.

Para detectar los demás componentes de la serie de tiempo (ciclo o variación estacional) es necesario realizar un estudio más detallado.

Para detectar dichos componentes se utilizará como apoyo el periodograma y el periodograma integrado; dichas gráficas fueron obtenidas con ayuda del software Statgraphics. Este software tiene aplicaciones para esta metodología, lo que facilita el trabajo, sobre todo cuando se está manejando con un número grande de datos.

La gráfica del periodograma se obtiene partiendo del espectro lineal. Es necesario descomponer la serie de tiempo en un conjunto de funciones seno, cada una con sus respectivas propiedades (longitud, frecuencia, amplitud y fase), si la serie real contiene algún tipo de periodicidad, la función seno cuya frecuencia corresponda con ella deberá mostrar una amplitud más destacada, en caso de tener periodicidad orden k también habrá periodicidad en los órdenes correspondientes a los múltiplos $2k, 3k, 4k, \dots$

Así se elabora una gráfica de las amplitudes (eje vertical) contra las frecuencias (eje x horizontal), esperando que las amplitudes correspondientes a las frecuencias relativas al periodo subyacente así como sus múltiplos destaquen con respecto a los demás. Esta gráfica recibe el nombre de espectro lineal.

Para el caso en que exista periodicidad, pero en amplitudes relativamente bajas, no se podrá visualizar en la gráfica del espectro lineal, entonces, para hacerlas visibles **se busca “exagerar” la amplitud.**

Un pico cercano al cero en el periodograma confirmará que una serie de tiempo presenta tendencia.

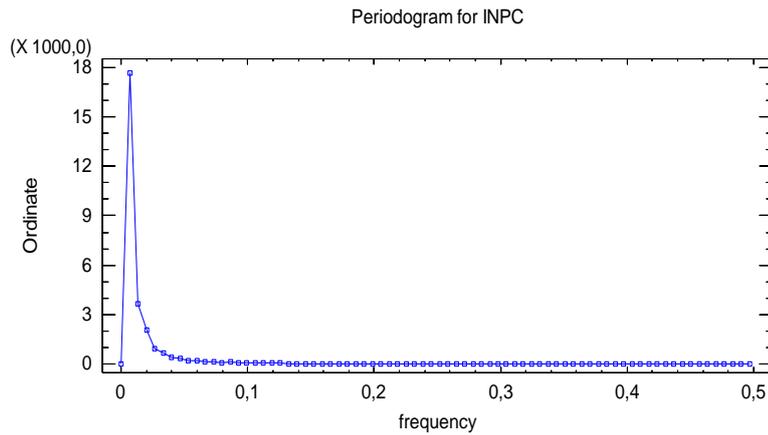


Figura 2.3. Periodograma de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Otra gráfica utilizada para hacer un análisis visual rápido del modelo, que muestra la posible periodicidad es el periodograma integrado.

Cuando la serie de tiempo contenga periodicidad, el periodograma presentará valores altos tanto en la frecuencia correspondiente como en sus múltiplos. Entonces, en el periodograma integrado se observarán **una especie de “escalones”** indicando ya sea variación estacional o ciclo.

Si una serie de tiempo carece de periodicidad, el periodograma integrado tiene que parecerse a una línea recta de 45 grados que sería la suma de todas las amplitudes, todas con valores mínimos e idénticos.

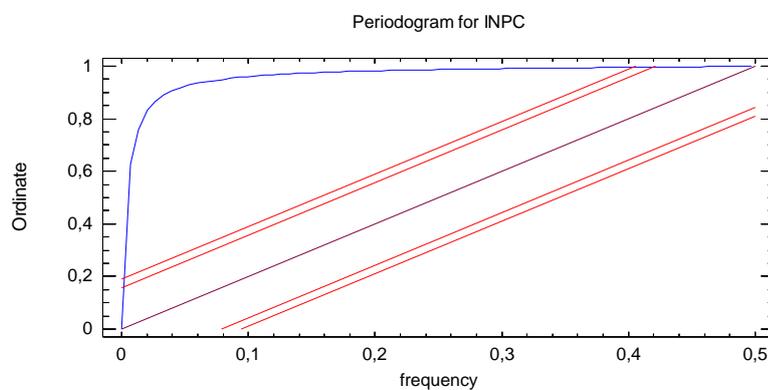


Figura 2.4. Periodograma integrado de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Un valor alto al inicio, es decir en frecuencias cercanas a cero dentro del periodograma integrado (Figura 2.4), indica que una serie de tiempo tiene tendencia.

Más adelante se definirá la manera más adecuada de incluir la tendencia en el modelo de pronóstico.

2.3 Metodología Box-Jenkins

En 1976 George Box y Gwilym Jenkins desarrollaron un cuerpo metodológico destinado a identificar, estimar y diagnosticar modelos dinámicos de series de tiempo en los que la variable tiempo juega un papel fundamental ¹³ y en el cual mencionan cuatro aplicaciones prácticas del pronóstico de serie de tiempo: planeación económica y financiera, planeación de la producción, control de inventarios y producción, control y optimización de procesos industriales.

El enfoque de Box-Jenkins consiste en proponer un conjunto de procedimientos para escoger varios modelos, que se ajusten a los datos de la serie de tiempo observada para después pronosticar valores futuros de la misma. La metodología consiste en extraer los movimientos predecibles de los datos observados y separarlos de la parte no predecible o completamente aleatoria. La serie de tiempo se desagrega en varios componentes, esto hasta obtener residuales no predecibles cuyo comportamiento tiene poca influencia en el resultado final y es semejante al ruido blanco.

La metodología se basa en “filtros, para desagregar los componentes de la serie de tiempo. Se utilizan tres filtros lineales: el autorregresivo, el de integración y el de medias móviles.

El objetivo es encontrar el modelo lineal de serie de tiempo que proporcione el mejor pronóstico, esto se verificará a partir de comparar la sumas de los errores al cuadrado.

Para construir dicho modelo lineal, la metodología Box-Jenkins se basa en dos grandes principios:

- El principio de parsimonia. Elegir siempre el modelo más sencillo que sea suficientemente representativo de los datos. Este principio se basa en un

principio filosófico atribuido a Guillermo de Ockham según el cual cuando dos soluciones en igualdad de condiciones tienen las mismas consecuencias, la solución más simple tiene más probabilidades de ser correcta ¹⁷. En este caso se refiere a que no se deben incluir en el modelo elementos no justificados.

- El principio del mejoramiento iterativo. Partir de un modelo sencillo y factible, al cual se harán mejoramientos sucesivos hasta llegar a un modelo satisfactorio.

La Metodología de Box-Jenkins es frecuentemente también llamada metodología ARIMA aplicada al análisis y predicción de series. La principal ventaja es que proporciona predicciones muy finas. Esta metodología brinda la oportunidad de partir de cualquier modelo, aunque este no sea el más adecuado, y a través de estadísticas evaluar y mejorar el modelo tentativo.

Se puede resumir la metodología Box-Jenkins en un proceso iterativo de cinco pasos:

1. Verificación: Verificar que los datos sean estacionarios. Los modelos de Box-Jenkins describen series temporales estacionarias, es decir, que la media y la varianza se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Por lo que, para identificar de forma tentativa un modelo de Box-Jenkins, primero es necesario determinar si la serie de tiempo a pronosticar es estacionaria. Si no es así, será necesario modificar los datos temporalmente para que se ajusten a las condiciones de estacionaridad. Las transformaciones harán posible identificar un modelo con el que se generará el pronóstico, después se deshará la transformación matemática aplicando las funciones inversas, para regresar los pronósticos a las unidades de los datos originales.

2. Identificación tentativa. Se utilizan datos antiguos para identificar en forma tentativa un modelo apropiado de Box-Jenkins. Se trata de elegir un modelo tentativo, que sea el punto de partida para posteriormente mejorarlo.

Este modelo tentativo se elige observando las funciones de autocorrelación (ACF) y la función de autocorrelación parcial (PACF).

La función de autocorrelación mide la relación lineal entre las observaciones de la serie de tiempo separadas por un desfase de k unidades de tiempo. Es decir, la forma en que al variar de un punto se afecta su valor en otro punto del tiempo.

Esta función depende tanto de la posición en el tiempo t , como de la magnitud del intervalo que separa a cada pareja de variables, es decir, k .

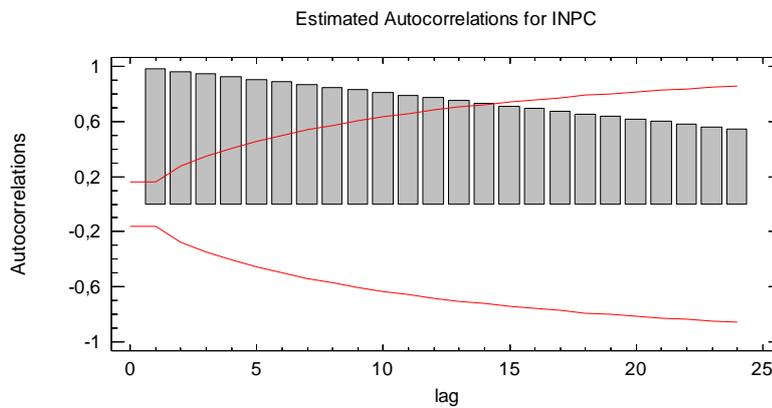


Figura 2.5. Función de autocorrelación de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La función de autocorrelación parcial mide la contribución al modelo de cada variable endógena Y_{t-k} (variable histórica o autorregresiva) que genera al modelo de pronóstico.

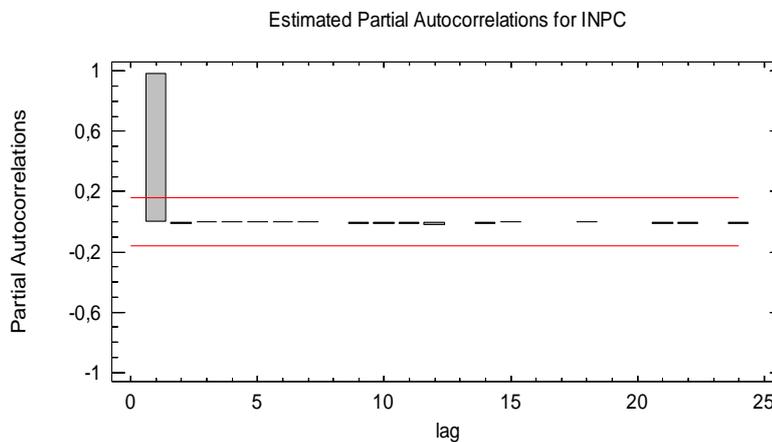


Figura 2.6. Función de autocorrelación parcial de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

3. Estimación. Se utilizan datos antiguos para estimar los parámetros del modelo identificando en forma tentativa.

4. Comprobación del diagnóstico. Se utilizan varios diagnósticos para comprobar si es adecuado el modelo identificado en forma tentativa, y si es necesario, para recomendar un modelo mejorado, el cual se considera como un nuevo modelo identificado en forma tentativa.

Es necesario revisar si la ACF se trunca, es decir, si algunos valores de ρ_k son distintos de cero y otras son cero, para determinar que ya no se puede agregar nada más al modelo.

Para determinar esto se formula una prueba de hipótesis:

Ho: $\rho_k = 0$

Ha: $\rho_k \neq 0$

Si se acepta la hipótesis nula, se considera que la autocorrelación correspondiente al intervalo k , es estadísticamente insignificante, es decir, no hay autocorrelación entre Y_t y Y_{t-k} .

Se construye el estadístico t , que relaciona el valor del estimador con el del supuesto parámetro, y que sigue una distribución de probabilidad conocida.

$$t = \left| \frac{\hat{\sigma}_k - 0}{S_{\hat{\sigma}_k}} \right|$$

El valor t se distribuye aproximadamente como una t -de Student, con tantos grados de libertad como tantos datos disponibles, para un nivel de confianza $(1-\alpha)100\%$, debido a la cantidad mínima de datos (80) que requiere la metodología, puede considerarse que el valor de la t -de Student, para $\alpha = 0.05$ es 1.96 o aproximadamente 2.

Basado en esto, puede establecerse la regla de decisión:

- ✓ Aceptar Ho si $|t| < 2$, es decir es estadísticamente insignificante ρ_k
- ✓ Rechazar Ho en caso contrario.

Para el caso de la función de autocorrelación parcial se hace la misma prueba de hipótesis para ρ_{kk} .

También se puede probar si un conjunto K de autocorrelaciones (ACF) son o no todas insignificantes (iguales a cero), es decir probar:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_a: \text{Al menos una distinta de cero } \rho_k \neq 0, \forall k \leq K$$

Esto sirve para ver si los residuales son ruido blanco.

Para ello se utiliza el estadístico Box-Pierce, con el cual se efectúa la prueba de Portmanteau ¹¹;

$$Q(K) = N(N+2) \sum_{k=1}^K \frac{r_k^2}{N-k}$$

Que se distribuye aproximadamente como una χ^2 (ji-cuadrada) con $K - p - q - 1$ grados de libertad, para un nivel de confianza de $(1-\alpha)100\%$, donde p es el orden de la parte autorregresiva y q el orden de la parte de medias móviles.

La regla de decisión será:

- ✓ Aceptar H_0 si $Q(K) < \chi_{N,1-\alpha}^2$, en este caso se considera que las K primeras autocorrelaciones son estadísticamente insignificantes, con lo cual puede considerarse aceptable que los datos analizados sean ruido blanco, a reserva de verificar esto con las otras pruebas adicionales.
- ✓ En caso contrario rechazar H_0 , por que se considera que al menos una de las autocorrelaciones es significativa.

Una regla de decisión alternativa que utiliza la probabilidad de que la hipótesis nula sea verdadera es la llamada P -value:

- ✓ P -value $> \alpha = 0.05$, Aceptar H_0
- ✓ P -value $< \alpha = 0.05$, rechazar H_0

5. Pronóstico. Una vez que se obtuvo el modelo final, se usa para pronosticar valores futuros de series temporales.

2.3.1 Modelos estacionarios

El concepto de estacionaridad es muy importante en las series de tiempo ya que tiene que ver con el hecho de que la serie de tiempo observada es solo una muestra o una realización de un sin número de series posibles que no ocurrieron ¹¹.

Estacionaridad en sentido estricto o fuerte:

Se dice que una serie de tiempo $\{Y_t\}$ es estacionaria en sentido fuerte o estricto si su función de densidad de probabilidad conjunta en el tiempo es invariante, la función no cambia al moverse en el tiempo. Es decir:

$$f(Y_1, Y_2, \dots, Y_N) = f(Y_{1+\sigma}, Y_{2+\sigma}, \dots, Y_{N+\sigma}) \quad \forall \sigma \in \mathbf{R}$$

Estacionaridad en sentido amplio o débil:

Se dice que la serie de tiempo $\{Y_t\}$ es estacionaria en sentido amplio o débil si se cumplen las tres condiciones (con una que no se cumpla, no se considera estacionaria)

- 1) La función de media debe de ser constante

$$E(Y_t) = \mu \quad \forall t \in \mathbf{R}$$

- 2) La función de varianza debe de ser constante. Los datos fluctúan (varían) dentro de una franja o banda de dimensión constante.

$$Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \gamma_0 \quad \forall t \in \mathbf{R}$$

- 3) La función de autocovarianza/autocorrelación depende del intervalo entre **dos variables “k”**, pero no de su posición en el tiempo t , no depende del tiempo.

$$Autocorr(Y_t, Y_{t+k}) = Autocorr(Y_{t+\sigma}, Y_{t+\sigma+k}) = \rho_k \quad \forall t, \sigma \in \mathbf{R}$$

Se debe de lograr que los datos sean estacionarios, de no ser así será necesario modificarlos temporalmente y luego se deshacen los cambios. Si el fenómeno real bajo estudio es estacionario, entonces los valores de la media, la varianza y la función de autocorrelación pueden estimarse considerando a la serie de tiempo con N datos (una realización particular), como una muestra de tamaño N , cuyos parámetros son constantes a través del tiempo, donde N es el número de observaciones disponibles que provienen todas de una misma población.

2.3.2 Modelos de media móviles MA(q)

Si se considera que una serie de tiempo Y_t está conformada ya sea por una combinación de lineal o por una suma ponderada de choques aleatorios sucesivos: $e_t, e_{t-1}, e_{t-2}, \dots$, puede construirse un modelo con las ponderaciones de dichos errores. El modelo lineal general estará conformado por los errores aleatorios ponderados de la siguiente forma:

$$Y_t = e_t + \Pi_1 e_{t-1} + \Pi_2 e_{t-2} + \Pi_3 e_{t-3} + \dots$$

El modelo lineal general no cumple con el principio de parsimonia, ya que tiene un número infinito de términos, lo que lleva a pensar que se debe de plantear un modelo finito, de uso más sencillo y práctico.

Tomando como punto de partida el modelo lineal general se puede construir un modelo más sencillo que contenga únicamente algunos de los errores aleatorios ponderados y se denota por **MA(q)** y que contiene q variables históricas autorregresivas.

Para facilitar la escritura del modelo se acostumbra utilizar símbolos negativos en los coeficientes y poder utilizar una notación abreviada, solo recordando que si el coeficiente aparece en el modelo con valor negativo su valor será positivo y viceversa.

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Para que el modelo tenga sentido, $|\theta| < 1$, condición de invertibilidad.

- El modelo carece de condiciones de estacionaridad para sus parámetros, es decir, siempre es estacionario.
- La ACF se trunca en $k = q$
- La PACF es decreciente infinita, con variables que dependen de los signos y magnitudes de los coeficientes.
- Las e_t son ruido blanco.

El modelo lineal general, equivale a lo que se llama modelo de forma invertida; considera a la serie de tiempo como una suma ponderada de sus valores anteriores más un error aleatorio del tiempo t :

$$Y_t = \psi_1 Y_{t-1} + \psi_2 Y_{t-2} + \psi_3 Y_{t-3} + \dots + e_t$$

2.3.3 Modelos autorregresivos AR(p)

Al igual que el modelo lineal general, este modelo no cumple con el principio de parsimonia, también cuenta con un número infinito de términos, pero si se toma este modelo como punto de partida se puede construir un modelo más sencillo que únicamente contenga algunas de las variables históricas ponderadas, más un error aleatorio. El modelo se llama modelo autorregresivo denotado por **AR(p)** que contienen p variables históricas autorregresivas.

El modelo se describe como:

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

- Los coeficientes de ϕ tienen condiciones de estacionaridad
- La ACF es decreciente infinita
- La PACF se trunca en $k = p$

En la realidad los valores de p suelen ser 1,2,3 cuando mucho.

2.3.4 Modelo ARMA (p,q)

El modelo **ARMA(p,q)** se forma al mezclar el modelo **AR(p)** con el modelo **MA(q)**, contiene $p+q$ parámetros, p variables autorregresivas y $q+1$ errores aleatorios.

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

Estos modelos tiene condiciones de estacionaridad e invertibilidad, su grafica ACF será decreciente infinita y PACF también será decreciente infinita.

2.3.5 Modelo ARIMA(p,d,q)

Los modelos ARIMA requieren una expresión extensa, por lo que es posible desarrollar una notación abreviada.

Es posible reacomodar los valores del modelo, uniendo los valores de las Y_t y las e_t .

Se puede definir ahora un operador salto hacia atrás (*backward shift operator*) B de la siguiente forma:

$$BY_t = Y_{t-1}$$

$$B^2Y_t = Y_{t-2}$$

$$Be_t = e_{t-1}$$

$$B^2e_t = e_{t-2}$$

El modelo quedaría de la siguiente manera:

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

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\phi(B)Y_t = \theta(B)e_t$$

Para hacerlo más general se puede agregar el término constante que suba o baje el modelo con respecto al eje horizontal.

$$\phi(B)Y_t = \delta_0 + \theta(B)e_t$$

Este modelo es útil para datos estacionarios.

Cuando los modelos no son estacionarios se realizan ciertas transformaciones que luego se deshacen, un modelo puede no ser estacionario por las siguientes razones:

- Heteroscedasticidad o varianza no constante
- Tendencia o media no constante
- Variación estacional

En este mismo orden deben de realizarse las transformaciones:

- 1) Estabilización de la varianza: la varianza jamás se elimina, se estabiliza a través de transformaciones: logaritmo natural, raíz cuadrada, recíproco o inverso, o combinaciones de los tres. Se prueban todas y se elige la mejor. Conviene primero hacer estas transformaciones, ya que al eliminar la tendencia o la varianza se pueden generar datos con valores negativos o ceros.

Ahora la nueva serie de tiempo será:

$$Z_t = \text{transf}(Y_t)$$

- 2) Eliminación de la tendencia: se hacen diferencias finitas u ordinaria (no estacionales)

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$\Delta^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}$$

$$\Delta^2 Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$$

$$\Delta^2 Y_t = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$$

Por cada diferencia se pierde un dato.

El modelo **ARIMA(p, d, q)** será de la siguiente manera:

$$\phi(B)\Delta^d Z_t = \delta_0 + \theta(B)e_t$$

- 3) Como ya se mencionó la variación estacional se puede eliminar o modelar. Es conveniente hacer una revisión para ver si existe variación estacional, ya que en ocasiones ocurre que ésta es visible en la gráfica, pero en caso de no ser así la variación estacional se puede volver visible hasta eliminar la tendencia.

Es posible que los datos no cuenten con variación estacional. En el caso de que existiera, se puede eliminar con diferencias estacionales o representarla en modelos multiplicativos que incluyan el componente estacional. Como no es posible saber qué método utilizar para tratar la variación estacional (en caso de que exista), se pueden probar ambos caminos y elegir la mejor opción.

Para eliminarla se hará a través de diferencias estacionales:

$$\Delta_s Z_t = Z_t - Z_{t-s}$$

Donde “ s ” es la longitud de periodo de variación estacional, que indica cada cuanto se repite el fenómeno. Por cada diferencia estacional se pierden “ s ” datos.

Visualmente la variación estacional aparece como escalones en el periodograma integrado.

Con las transformaciones anteriores se obtiene el modelo **ARIMA(p, d, q)**

$$\phi(B)W_t = \delta_0 + \theta(B)e_t$$

$$W_t = \Delta_s^D \Delta^d Z_t$$

$$W_t = \Delta^d \Delta_s^D Z_t$$

El orden no importa al hacer las diferencias estacionales y no estacionales.

$$Z_t = \text{transf}(Y_t)$$

En general, tanto como “ d ” y “ D ” suelen valer 0,1 ó 2.

Es conveniente probar una transformación e ir evaluando el modelo, sin perder de vista el principio de parsimonia (lo más sencillo es lo mejor).

2.3.6 Modelos con variación estacional

En ocasiones los datos pueden tener variación estacional, y se puede eliminar con diferencias estacionales, pero en otras, aún con las diferencias estacionales, la variación estacional persiste. Es aquí donde se pueden pensar en modelos que la incluyan o desde el principio pensar en estos modelos antes de hacer diferencias.

Los modelos que incluyen variación estacional son:

- Modelos estacionales: aquellos que únicamente reflejan un comportamiento periódico.
- Modelos multiplicativos: modelos que involucran tanto la parte ordinaria como la parte estacional.

Modelos estacionales

Cuando el comportamiento de una serie de tiempo puede explicarse a partir de las relaciones que existen entre las variables y sus errores en intervalo de longitud s , se suele llamar s al orden de la parte estacional.

Modelo autorregresivo SAR(P)

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-s} + \Phi_2 Y_{t-2s} + \dots + \Phi_P Y_{t-Ps} + e_t$$

- El modelo tiene condiciones de estacionariedad
- ACF decreciente en múltiplos de s
- PACF se trunca en Ps , solo en múltiplos de s

Modelos de Medias Móviles SMA(Q)

$$Y_t = e_t - \Theta_1 e_{t-s} - \Theta_2 e_{t-2s} - \dots - \Theta_Q e_{t-Qs}$$

- En el modelo no hay condiciones de estacionariedad (siempre es estacionario)
- Hay condiciones de invertibilidad
- Su ACF se trunca en con valores significativos en múltiplos de s
- Su PAC decreciente infinita en múltiplos de s

Modelo mezclado SARMA(P,Q)

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-s} + \Phi_2 Y_{t-2s} + \dots + \Phi_P Y_{t-Ps} + e_t - \Theta_1 e_{t-s} - \Theta_2 e_{t-2s} - \dots - \Theta_Q e_{t-Qs}$$

- Este modelo tiene condiciones de estacionariedad e invertibilidad
- ACF decreciente infinito con valores en múltiplos de s
- PACF decreciente infinita en múltiplos de s

Modelos Multiplicativos

Se puede formular un modelo más general que agrupe tanto la parte ordinaria como la parte estacional, ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), expresan la observación en el tiempo t como una función lineal de las observaciones previas, un término del error actual, y una combinación lineal de los términos del error previo. Estos modelos generan buenos pronósticos.

$$ARIMA(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$$

1. Un término auto-regresivo no estacional de orden p .
2. Diferenciación no estacional de orden d .
3. Un término de media móvil no estacional de orden q .
4. Un término auto-regresivo estacional de orden P .
5. Diferenciación estacional de orden D .
6. Un término de media móvil estacional de orden Q .

Capítulo 3.

Selección del modelo más adecuado

Se aplicará la metodología Box-Jenkins a la serie de tiempo del INPC.

Los modelos más generales para esta metodología son llamados modelos integrados autorregresivos y de medias móviles o modelos **ARIMA(p, d, q)**, cuyo modelo se expresará como:

$$W_t = \delta_0 + \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Estos modelos permiten seleccionar un modelo adecuado para describir y comprender el INPC, permiten obtener pronósticos para ayudar a tomar decisiones que permita a la población mexicana hacer frente a las situación económica que deben de enfrentar a diario al adquirir los productos de la canasta básica.

3.1 Verificación

El primer paso es verificar que los datos sean estacionarios.

Se revisan las gráficas del periodograma, en donde se puede notar que la serie del INPC presenta tendencia, por el pico cercano al cero, además la serie no presenta variación estacional porque no hay ningún algún otro pico significativo en alguna frecuencia.

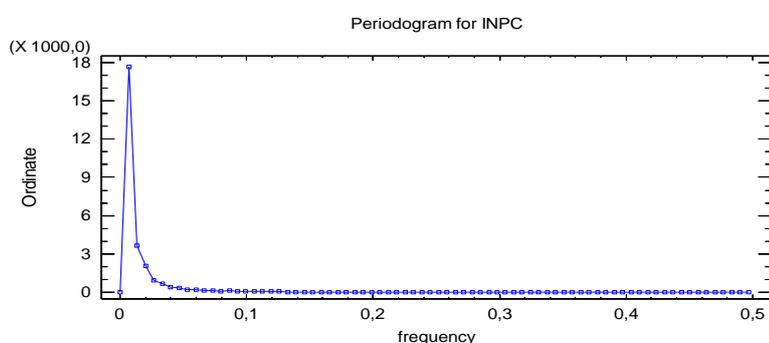


Figura 3.1. Periodograma de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La tendencia de la serie también es notoria en el periodograma integrado con un valor alto en las frecuencias cercanas al cero.

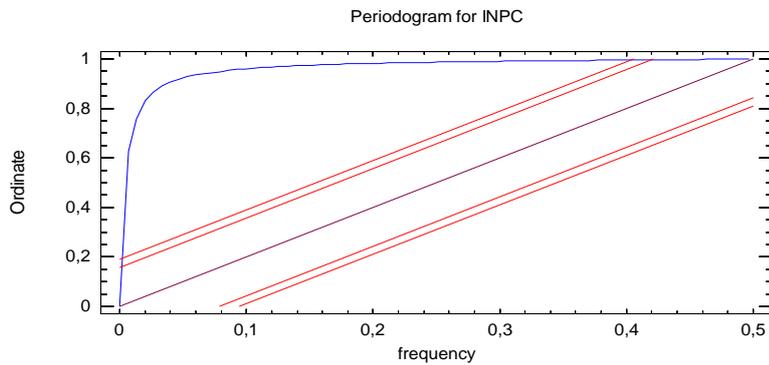


Figura 3.2. Periodograma integrado de la serie de tiempo del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Para eliminarla la tendencia se realizarán diferencias finitas o no estacionales, para lograr que los datos tengan media constante, es decir, que se vean como una fluctuación alrededor de una recta horizontal. El método consiste en restar los valores de las observaciones uno de otro, en orden preestablecido.

La gráfica de la serie de tiempo del INPC después de aplicar la diferencia no estacional para eliminar la tendencia es la siguiente:

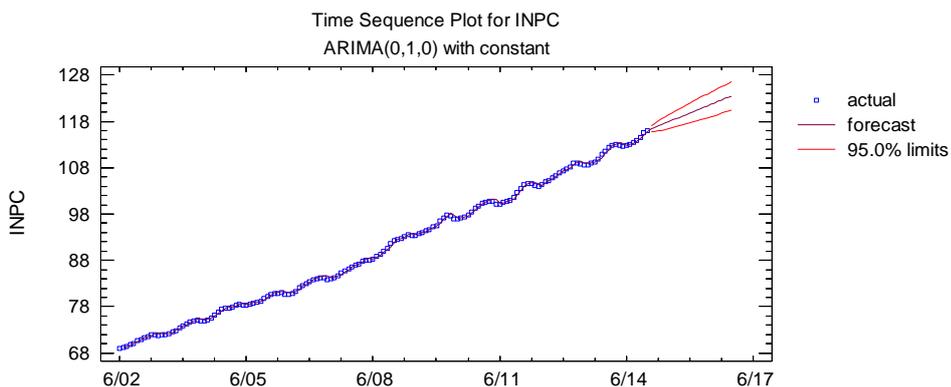


Figura 3.3 Gráfica de diferencia no estacional de la serie de tiempo

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La gráfica de la serie de tiempo del INPC con la diferencia estacional no se muestra como la recta horizontal que indica el modelo, debido a que el software StatGraphics hace y deshace la transformación inmediatamente, pero se puede notar que se hizo la transformación en las demás gráficas.

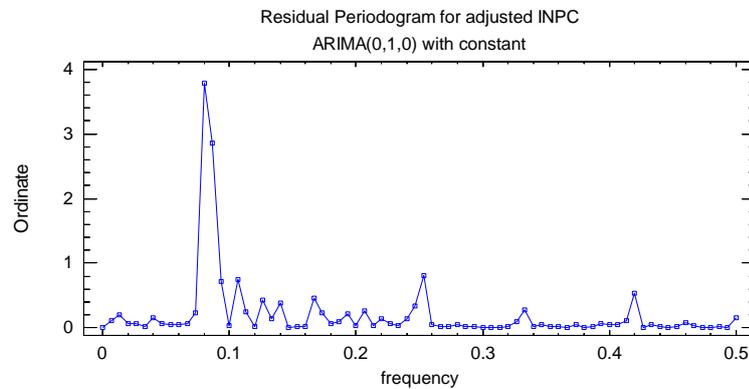


Figura 3.4 Periodograma del INPC con una diferencia no estacional

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Al ya no existir ninguna frecuencia significativa cercana al cero, se puede comprobar que la tendencia se pudo eliminar solo con una diferencia estacional.

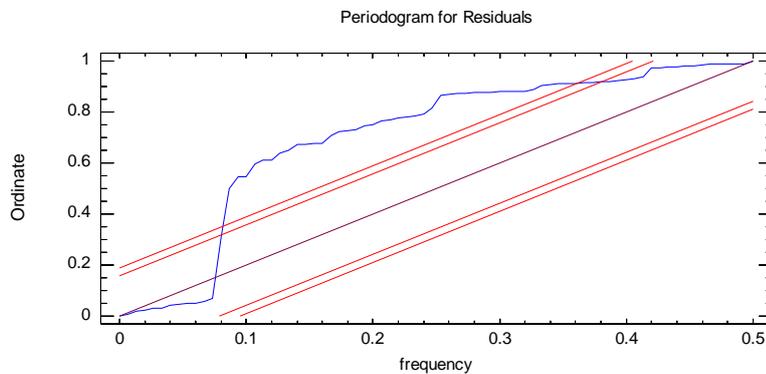


Figura 3.5 Periodograma integrado del INPC con una diferencia no estacional

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Al realizar la diferencia no ordinaria se hizo presente la variación estacional, debido a que el periodograma integrado muestra un escalón, además que el periodograma tiene valores significativos en varias frecuencias.

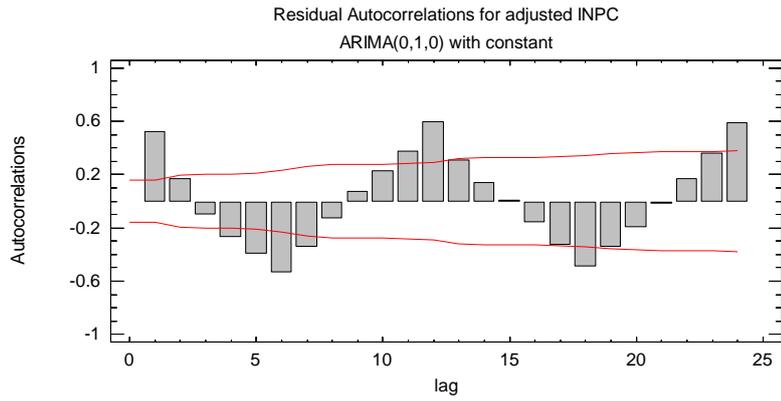


Figura 3.6 ACF del INPC con una diferencia no estacional

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La gráfica del ACF muestra que la variación estacional de la serie de tiempo ocurre cada seis meses, pues esta gráfica se hace decreciente en valores múltiplos de seis.

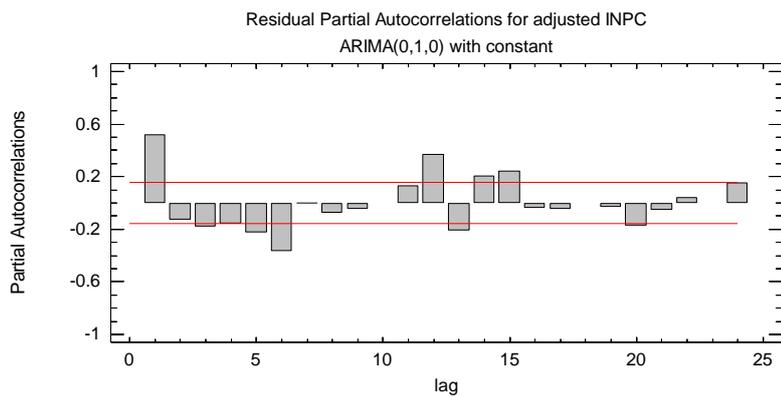


Figura 3.7 PACF del INPC con una diferencia no estacional

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La gráfica del PACF decrece también en múltiplos de seis, lo que lleva a pensar en realizar diferencias estacionales o un modelo que incluya la variación estacional.

3.2 Identificación tentativa

Una vez que se ha eliminado la tendencia (la media es constante), observando tanto ACF como la PACF se vuelven decrecientes infinitos en múltiplos de seis, lo que

hace evidente la variación estacional ($s = 6$), el siguiente paso será identificar un modelo tentativo que incluya la variación o realizar diferencias ordinarias. Sin embargo para empezar la evaluación se utilizará un modelo más sencillo, el primer modelo tentativo será un modelo sencillo, un ARIMA (1,1,1), que toma en cuenta que tanto la ACF y la PACF son decrecientes.

Por ahora no se incluye un modelo con variación estacional o se realizan diferencias ordinarias, pues no se sabe con exactitud que camino será el mejor camino para tratar la variación estacional, esto se evaluará según el camino que proporcione mejores pronósticos.

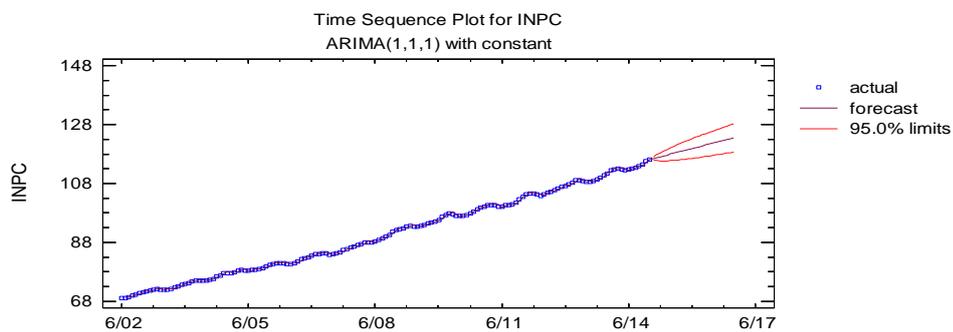


Figura 3.8 Datos y pronóstico del INPC con el modelo ARIMA(1,1,1)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

El modelo inicial sólo es la primera aproximación. No es necesario obtener el modelo más adecuado desde el principio, debido a que la metodología de Box-Jenkins brinda elementos para evaluar y mejorar los modelos tentativos.

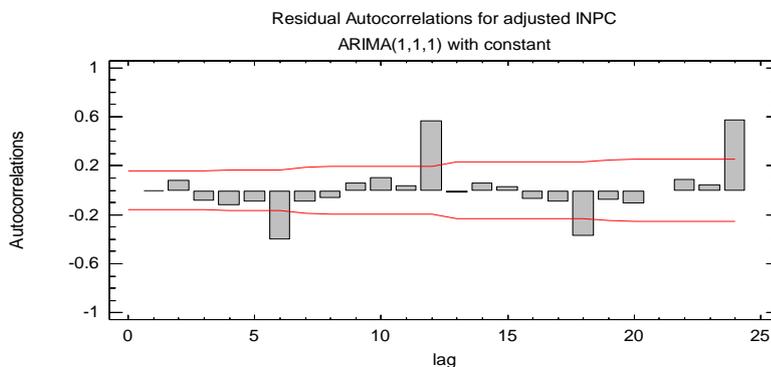


Figura 3.9 ACF ARIMA(1,1,1)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La ACF se mantiene decreciente infinita en múltiplos de seis, es evidente que tenemos que integrar al modelo la parte de variación estacional.

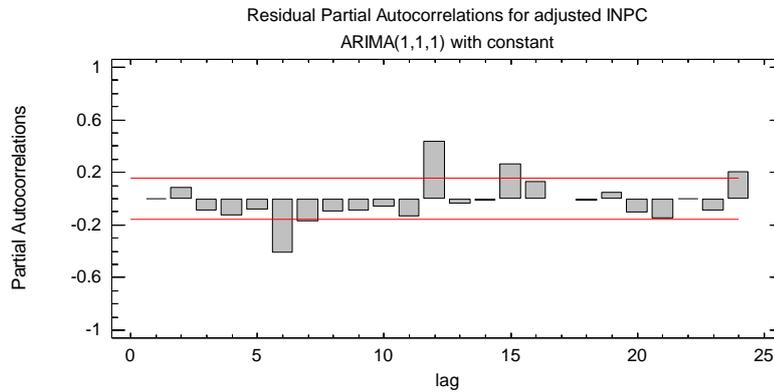


Figura 3.10 PACF ARIMA(1,1,1)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

También la PACF se mantienen decreciente infinita, el mejoramiento que se haga al modelo tendría que incluir una parte de medias móviles (MA) y una parte autorregresiva (AR).

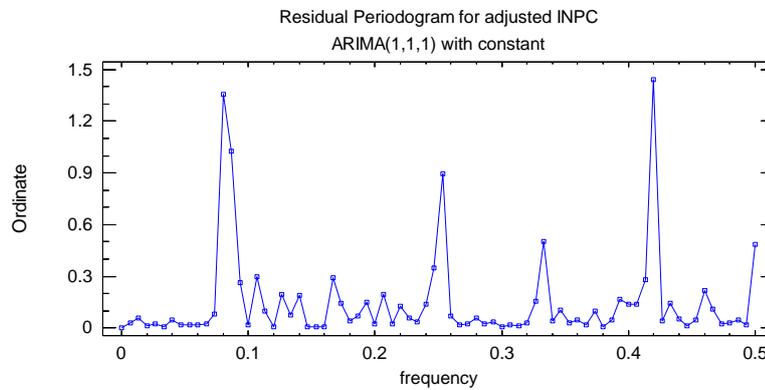


Figura 3.4. Periodograma ARIMA(1,1,1)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

En el periodograma del primer modelo se observan frecuencias sobresalientes, esto debido a la periodicidad que aún no se trata.

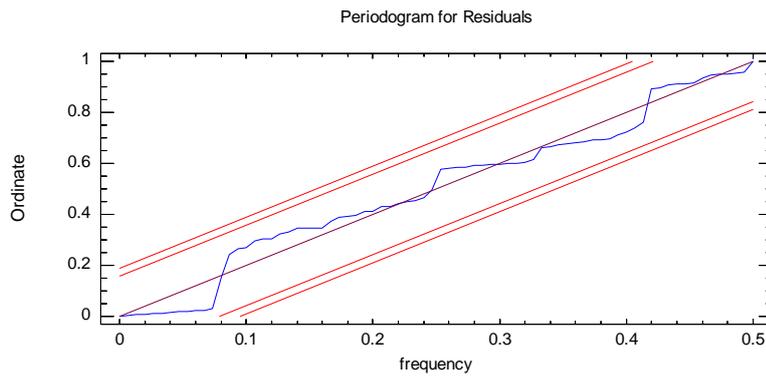


Figura 3.11 Periodograma integrado ARIMA(1,1,1)

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Los valores de periodograma integrado han entrado dentro de los intervalos de confianza, sin embargo aún no se parecen a una recta de 45 grados, todavía se aprecian escalones, no tan pronunciados, pero importantes al momento de hacer mejoras al modelo.

Tabla 3.1 Parámetros del modelo ARMA(1,1,1)

Parámetro	Estimador	Error estándar	t	P-value
AR(1)	0.355638	0.15836	2.24576	0.026211
MA(1)	-0.216674	0.163568	-1.32467	0.0187337
Constante	0.199346			

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Los valores de *P*-value son significativos, debido a que son menores de $\alpha = 0.05$, esto indica que debe de incluir en los siguientes modelos una parte AR y una parte MA.

3.3 Pronóstico

A partir de la información que proporciona el primer modelo tentativo, se propone un modelo que tome en cuenta la variación estacional, la cual es notoria en los escalones del periodograma integrado y las frecuencias sobresalientes en el periodograma.

La serie de tiempo no mostraba varianza creciente, así que no se necesitó hacer ninguna transformación a los datos.

Se siguió el principio de mejoramiento iterativo, para encontrar un modelo en el que los parámetros fueran significativos.

El modelo seleccionado fue el $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$. Este modelo incluye una diferencia no estacional para eliminar la tendencia. No fue necesario hacer diferencias estacionales, ya que la mejor manera de tratar la variación estacional fue incluirla en el modelo (con un modelo estacional).

Después del periodo de validación se obtuvieron los siguientes valores del RMSE, este es el factor que más nos interesa, ya que el objetivo es que el modelo pronostique bien, así que el valor más pequeño del RMSE (suma al cuadrado de los residuales) es el mejor.

Periodo de validación

Tabla 3.2 Valores obtenidos en el periodo de validación del modelo ARIMA

Modelo	RMSE (raíz cuadrada del error cuadrático medio)	MAE (error absoluto medio)	MAPE (error absoluto medio porcentual)	ME (error medio)	MPE (error medio porcentual)
$ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$	0.168602	0.129491	0.116915	0.0255399	0.0228198

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

El software de StatGraphics brinda una gran cantidad de información respecto a los modelos obtenidos, además del modelo, se puede observar las pruebas que cumple cada uno, es importante valorar la información obtenida del software y las ventajas de utilizarlo.

- **RMSE:** Raíz cuadrada del error cuadrático medio. Representa la medida típica del error del pronóstico, siendo particularmente sensible a las discrepancias grandes entre los valores de la serie original y el pronóstico, penaliza fuertemente los errores grandes al elevarlos al cuadrado. Se le considera el mejor criterio al momento de seleccionar el método más adecuado de pronóstico.

- **RUNS**: Prueba de corridas arriba y debajo de la media. Cuenta el número de veces que la serie sube o baja. Este número es comparado con el valor esperado para una serie aleatoria. Los valores *P* pequeños indican que los residuos no son puramente aleatorios.
- **RUNM**: Prueba de corridas arriba y debajo de la mediana. Cuenta el número de veces que la serie va por arriba y por debajo de su mediana. Este número es comparado con el valor esperado para una serie aleatoria. Los valores *P* pequeños (menores que 0.05 si opera a un nivel de confianza del 95%) indican que los residuos no son puramente aleatorios.
- **AUTO**: Prueba de Box-Pierce o prueba Portmanteau de las autocorrelaciones de los residuales. Construye un estadístico de prueba basada en las primeras *k* autocorrelaciones de residuos. Como con las otras dos pruebas, los valores *P* pequeños indican que los residuos no son puramente aleatorios.
- **MEAN**: Prueba de diferencias entre las medias de la primera y segunda mitad de los residuales para verificar si existe alguna tendencia.
- **VAR**: Prueba de diferencias entre las varianzas de la primera y segunda mitad de los residuales para verificar posible heteroscedasticidad.

Los mejores modelos tienen RMSE, MAE y MAPE más pequeños, los cuales miden la varianza de los errores del pronóstico. ME y MPE son medidas del sesgo y deberán ser cercanos a 0.

En el periodo de estimación se puede comparar que tan bien se ajusta el modelo a los datos.

Tabla 3.3 Valores obtenidos en el periodo de estimación del modelo ARIMA

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
ARIMA(2,1,1) _x (2,0,2) ₆	0.168602	OK	OK	OK	OK	***

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Si la entrada para una prueba particular es OK, entonces la prueba no es estadísticamente significativa a un nivel del 95% de confianza y la suposición de residuos aleatorios no será rechazada. En caso contrario, el número de asteriscos (*) indican el nivel de significancia sobre el cual la suposición de residuos aleatorios será rechazada.

El modelo seleccionado cumple con la mayoría de las pruebas del periodo de estimación (RMSE, RUNS, RUNM, AUTO y MEAN), pero sin olvidar que lo más importante es que pronostique bien.

Tabla 3.4 Parámetros del modelo ARIMA

Parámetro	Estimador	Error estándar	t	P-value
AR(1)	0.933261	0.200981	4.64353	0.000008
AR(2)	-0.44886	0.0890475	-5.04062	0.000001
MA(1)	0.452649	0.221632	2.04235	0.042967
SAR(1)	0.011352	0.0180959	0.627298	0.531471
SAR(2)	1.05166	0.0198282	53.0386	0
SMA(1)	0.093599	0.0678707	1.37908	0.170039
SMA(2)	0.804233	0.0700825	11.4755	0
Constante	-0.00744			

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Esta tabla muestra además de los parámetros del modelo seleccionado, dichos parámetros son significativos ya que los valores del estadístico t son mayores a 2 ($|t| > 2$), y los valores de P -value son menores que $\alpha = 0.05$, excepto para SAR(1), pero no se puede eliminar ya que es necesario para poder tener SAR(2), así que aunque P -value de SAR(1) no cumple con la condición se mantendrá en el modelo.

Las gráficas del modelo serán las siguientes:

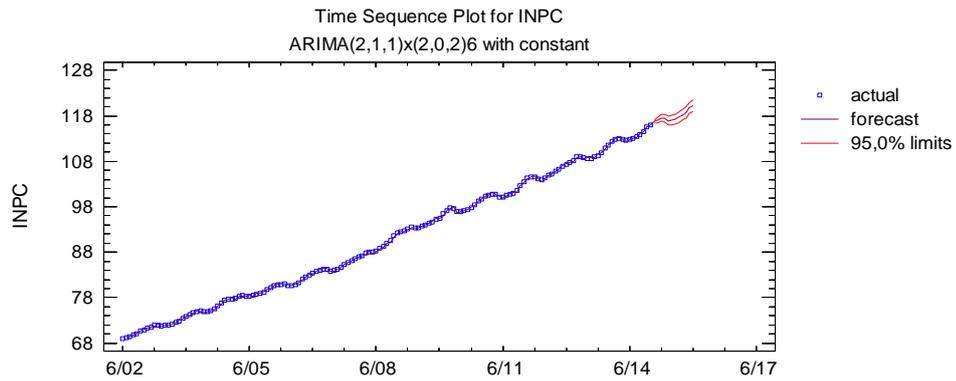


Figura 3.12 Pronóstico INPC con modelo $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Los valores de los pronósticos mantienen una tendencia creciente, al igual que se ha mantenido hasta ahora el INPC. Dichos pronósticos se mantienen dentro de los intervalos de confianza al 95%.

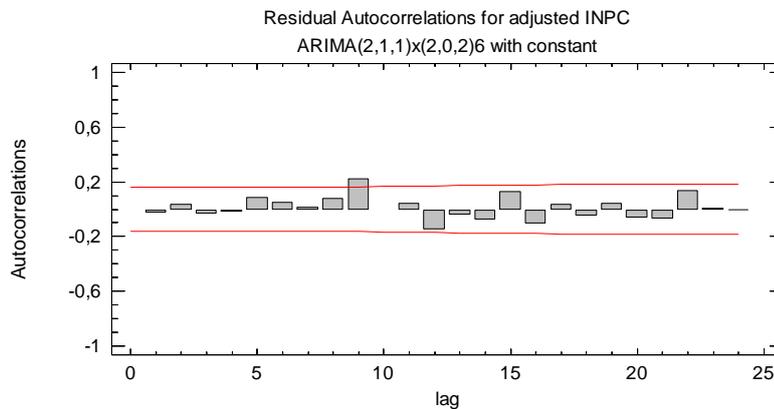


Figura 3.7 ACF modelo $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Los residuales del ACF se encuentran todos dentro del intervalo de confianza, excepto en 9, este valor no es un valor muy significativo, y no indica nada que se deba agregar al modelo.

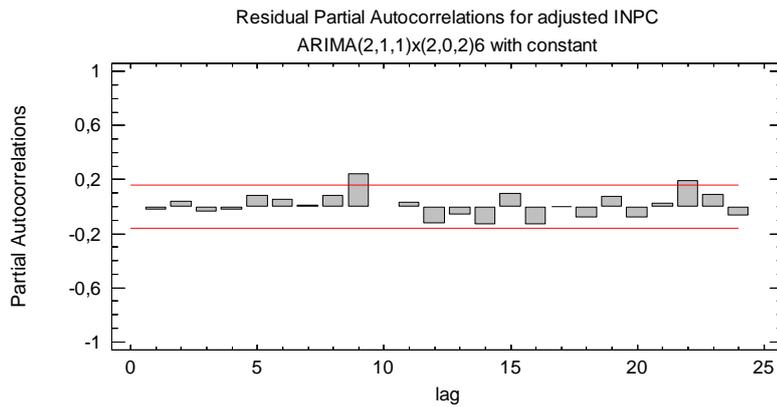


Figura 3.8 PACF modelo $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La gráfica de la PACF indica que todos los residuales se encuentran dentro del intervalo de confianza, sobresalen dos valores en 9 y 22 pero no tienen ninguna interpretación, ya que no es nada que podamos agregar al modelo.

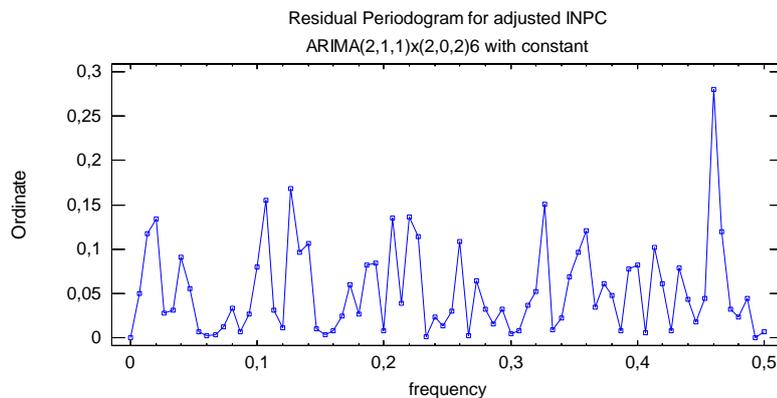


Figura 3.9 Periodograma modelo $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Las frecuencias del periodograma se mantienen dentro de límites similares, como dentro de una misma franja.

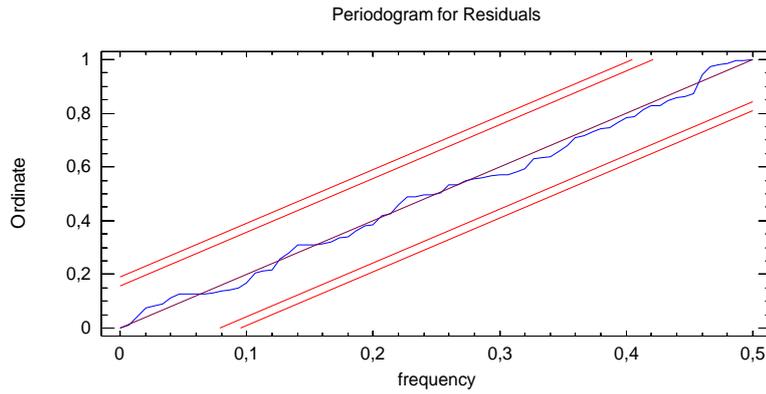


Figura 3.10 Periodograma Integrado modelo $ARIMA(2,1,1) \times (2,0,2)_6$

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

El periodograma integrado se mantiene dentro de los intervalos de confianza, ya no muestra escalones y es similar a una línea de 45 grados, eso quiere decir que resulta buena idea tratar de incluir los modelos con variación estacional el modelo final.

Se puede observar que el pronóstico a dos años se mantiene dentro de los intervalos de confianza al 95%.

El modelo para la serie de tiempo del INPC será:

$$\begin{aligned} & (1 - 0.011352B^6 - 1.05166B^{12}) \times (1 - 0.933261B + 0.44886B^2) W_t \\ & = \\ & -0.00744 + (1 - 0.093599B^6 - 0.804233B^{12}) \times (1 - 0.452649B) e_t \end{aligned}$$

$$W_t = \Delta^1$$

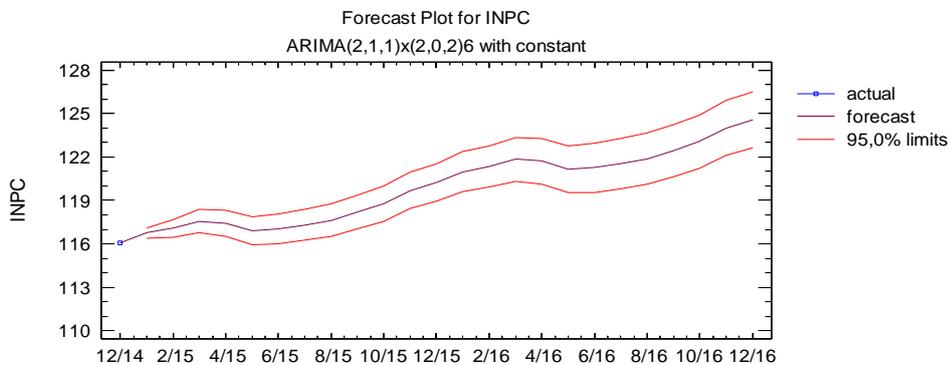


Figura 3.11 Pronóstico del INPC

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Los pronósticos obtenidos a partir de este modelo, tanto puntuales y por parámetros son los siguientes:

Periodo	Pronóstico	Límite Inferior 95%	Límite superior 95%
ene-15	116.053	116.011	117.095
feb-15	116.194	116.083	117.505
mar-15	117.567	116.774	118.360
abr-15	117.445	116.542	118.348
may-15	116.918	115.945	117.892
jun-15	117.026	115.997	118.054
jul-15	117.307	116.234	118.380
ago-15	117.643	116.527	118.759
sep-15	118.190	117.028	119.352
oct-15	118.790	117.581	119.999
nov-15	119.708	118.453	120.963
dic-15	120.264	118.964	121.564
ene-16	120.984	119.618	122.350
feb-16	121.345	119.904	122.785
mar-16	121.845	120.334	123.356
abr-16	121.715	120.141	123.288
may-16	121.156	119.527	122.785
jun-16	121.258	119.577	122.939
jul-16	121.545	119.820	123.270
ago-16	121.887	120.122	123.653
sep-16	122.454	120.648	124.260
oct-16	123.070	121.222	124.917
nov-16	124.015	122.126	125.904
dic-16	124.587	122.657	126.516

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

Se puede notar el aumento del valor del INPC, principalmente los incrementos en marzo (mes de vacaciones de Semana santa) y decrementos en el mes de mayo de cada año.

Capítulo 4.

Contraste del pronóstico del INPC con el Índice de Bienestar en México

Idealmente, el INPC debería de reflejar el costo de la vida, sin embargo, un índice de precios al consumidor no es más que una aproximación de un índice de costo de vida. Esto se debe a que el INPC mide solo el cambio promedio en el costo necesario para adquirir una canasta determinada y fija de bienes y servicios.

Se puede decir que el estándar de vida de las personas depende de varios factores, muchos de ellos directamente relacionados con los precios y, en ocasiones, de carácter subjetivo, como por ejemplo, el medio ambiente, la seguridad pública, la equidad de oportunidades, la justicia, etc.

La teoría económica plantea una asociación directa entre el bienestar y la satisfacción de necesidades materiales. Es común escuchar que las personas tienen necesidades, éstas se satisfacen con bienes y servicios, a mayor número de necesidades satisfechas, mayor es la utilidad para los negocios, los bienes y servicios tienen precio y por lo tanto, se requiere de un mayor ingreso para satisfacer más necesidades y aumentar el bienestar. Este enfoque asocia el bienestar con la satisfacción de necesidades ¹⁸.

Desafortunadamente, varios países (entre ellos México) han padecido de periodos de inestabilidad de precios, con las consecuencias adversas que este fenómeno tiene asociadas. La experiencia previa han permitido entender, el hecho que para obtener mayores niveles de inversión y de crecimiento económico, así como y mejores niveles de vida, es necesario contar con un entorno de estabilidad de precios que permita la planeación económica y mantenga el valor del dinero a lo largo del tiempo. Por lo anterior, el objetivo principal del Banco de México es el de procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional, tarea que se logra con la estabilidad de precios ⁸, en donde se un conjunto de metas, acciones e instrumentos que se conocen como política monetaria.

El Banco de México tiene el objetivo de alcanzar una inflación anual de 3% que puede moverse dentro de un intervalo de $\pm 1\%$ (medida a través del cambio en el

Índice Nacional de Precios al Consumidor, INPC). Esta meta de 3% permite que el ajuste de los precios relativos en la economía responda fluidamente a los cambios en la demanda y la oferta de bienes y servicios, evitando que los precios que crecen en menor magnitud (o incluso decrecen) registren deflaciones. Al mismo tiempo, el nivel de 3% otorga suficiente margen de maniobra de la política monetaria en caso de que se requiriera una disminución considerable en la tasa de interés. Finalmente éste nivel es ligeramente mayor al nivel elegido por las economías desarrolladas, lo que refleja la mayor volatilidad de los precios relativos que se observa en las economías en desarrollo ¹⁹.

Es importante aclarar que el intervalo alrededor del objetivo de inflación es una forma explícita de representar la inexactitud que irremediablemente rodea el cumplimiento puntual del objetivo, debido a la volatilidad de los precios, a los factores que afectan los precios de los productos de la canasta básica y a la relación poco precisa entre las acciones de política monetaria y sus resultados sobre la inflación ⁴.

Las afectaciones principales de la inflación como una variable del desarrollo social es la pérdida del poder adquisitivo de los consumidores. Con la misma cantidad de dinero se pueden comprar menos productos. Si la subida de los precios no se ve compensada por un incremento en los salarios, las personas tendrán más dificultades para mantener todos sus gastos durante el mes o la quincena. Pero si los salarios suben se puede entrar en un círculo vicioso, ya que los empresarios para compensar este aumento venderán más caros sus productos, con lo que la inflación seguirá existiendo, por lo tanto los incrementos salariales no es la única solución a estos problemas, ya que únicamente estará incrementando la cantidad de dinero en circulación.

Los consumidores no pueden ahorrar tanto como antes. Se ven obligados a dedicar más dinero que antes a la adquisición de productos y servicios, ya que su precio ha aumentado, así su capacidad de ahorro disminuye.

Los productos que más suben en épocas de inflación son los de mayor consumo, con lo que este aumento de los precios lo sufren todos los consumidores. Como se puede suponer, los productos más demandados suelen ser los de primera necesidad y en estos casos resulta más difícil prescindir de ellos. Los incrementos y decrementos de los precios afectan la vida de las personas en todos sentidos, los incrementos de ciertos precios pueden influir en la satisfacción de las personas al

poder adquirir algún producto que habían dejado de consumir o poder realizar alguna actividad recreativa. En cambio, un decremento puede representar trabajar más horas u horas extras para poder satisfacer las necesidades o mantener el mismo nivel de vida, es decir, el INPC tiene repercusiones en muchos aspectos de la vida diaria.

Cuando la inflación crece más allá de las expectativas de los gobiernos, estos pueden tomar una serie de medidas para contrarrestar sus efectos ²⁰:

- Reducir la cantidad de dinero en circulación. Si se emite menos moneda se frena la devaluación del dinero. El peligro para el consumidor es que esto se suele traducir en una congelación de los sueldos y las inversiones públicas.
- Subir los tipos de interés. De esta manera se intenta fomentar el ahorro. Si los tipos de interés suben menos gente se verá dispuesta a afrontar el costo de un préstamo, con lo que la cantidad de dinero en circulación se reducirá.

Siempre se han intentado ofrecer varias formas de medir el bienestar de las personas. En economía, se dice que un país crece cuando su producción de bienes y servicios aumenta.

La estabilidad económica, e institucional es fundamental para crecer, porque permite un ambiente atractivo y seguro para la inversión y la apertura de nuevas empresas.

El comercio con otros países también es una herramienta importante, pues permite intercambiar los bienes que se producen y adquirir de los demás países los que cuesta más producir. En condiciones óptimas, la competencia permite que más personas participen en la producción de diferentes bienes y servicios y que se vendan a menor precio, ayudando al crecimiento económico.

Un crecimiento sostenido de la economía es deseable porque permite aumentar el bienestar de las personas. Entre más y mejores bienes y servicios se generen, más trabajo y riqueza habrá para distribuir entre la población. Así cuando se habla de un aumento en el nivel de vida en la población, se habla también de un desarrollo económico ²¹.

En todo el mundo siempre ha surgido la necesidad de medir el desarrollo de la sociedad o el desarrollo económico. Para realizar dicha medición se han desarrollado herramientas matemáticas. Estas herramientas por lo general son medidas estadísticas para cuantificar una o varias variables las cuales la mayoría de

las ocasiones están relacionadas con el tiempo y a partir de ahí poder explicar algún fenómeno económico. Los índices económicos permiten identificar principalmente tendencias de muchos aspectos de la sociedad, así como ciclos económicos para poder prever una situación en determinadas etapas del año acerca de incrementos o decrementos de los precios de la canasta básica.

Si bien se ha hablado de la importancia tan grande que representa el INPC, las variaciones no solo afectan a los mexicanos, este índice puede dar una perspectiva de cómo se encuentra el país a grandes rasgos.

Este índice se relaciona con otros que en conjunto pueden mostrar una perspectiva más amplia de la situación del país. Un solo índice puede dar una perspectiva general de la situación del país, pero para entender un poco más a fondo se necesita que se relacione con otros indicadores. Por ejemplo el INPC es el indicador temprano de la inflación, así como la inflación está ligada al poder adquisitivo de las divisas dentro de las fronteras y afecta su posición en los mercados internacionales, o la variación del valor de la Unidad de Inversión (UDIS) se actualiza con las variaciones quincenales que presenta el INPC ⁸.

Cuando los precios de algunos productos aumentan y se presenta algún fenómeno que afecta no sólo a México, se pueden presentar tendencias en los índices de varios países motivadas por los mismos factores, como las crisis económicas en Estados Unidos afectan a varios países de América Latina, aunque las afectaciones no siempre son a los mismos niveles.

Los incrementos y decrementos de los precios de los productos y servicios que consumen las familias mexicanas no es un tema exclusivo de los acontecimientos del país, se está sin duda ligado a los acontecimientos en el resto del mundo que deberían de obligar a entender como funcionan las políticas y acciones que ayudan o perjudican a otras zonas en el mundo, entender como son las políticas sobre todo de crecimiento y lo ideal tomar los buenos ejemplos de acciones en otros países que han ayudado a mantener una economía más estable y poder imitar algunas de estas acciones, aprovechar las experiencias de otros países.

Los valores obtenidos en el pronóstico del INPC también ofrecen un panorama a otros países de la situación en México, por ejemplo, países con los que se tienen negociaciones de importaciones y/o exportaciones, pues puede ofrecer elementos para analizar la inflación o realizar un análisis económico.

Por esta razón, existen organismos internacionales que se dedican a analizar los datos presentados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), para ofrecer al resto del mundo datos que puedan serles útiles en su relación con México.

Algunos de los organismos que se dedican a medir alrededor del mundo los indicadores de los países es la OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), por sus siglas en inglés. Este organismo se dedica a evaluar aspectos más importantes de las sociedades, así como promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo ²².

La ventaja de este organismo es que proporciona datos a partir de gráficos comprensibles para la mayoría de las personas acerca de la situación actual de México y poder así compararse con otros países, identificando deficiencias y aciertos de en México y el resto del mundo.

En México es común encontrar noticias de que las cosas van mal. El aumento de precios desencadena una serie de problemas como falta de educación, falta de empleos y problemas sociales como delincuencia. Se piensa que estos problemas son exclusivos de México, olvidándonos de resaltar los aspectos positivos del país; pero compararse no siempre es la mejor idea, lo ideal sería poder entender qué acciones que están beneficiando a otros países y sobre todo ponerlas en práctica, ya que la economía no es un tema aislado.

La participación en la OECD ha permitido a México aprovechar las experiencias de otros países y a la vez dar a conocer mejor la economía mexicana ante los demás países miembros. Asimismo, México ha servido como puente de comunicación entre los países industrializados y los países en desarrollo, sobre todo de la región latinoamericana ²³.

El INPC tiene repercusiones en muchos aspectos de la vida diaria, las cuales influyen en la calidad de vida de las personas. A través de la lista de los artículos y servicios que componen el INPC se puede comprender como la tendencia que presente este índice (en este caso creciente) puede representar la situación actual del país y como esta repercute en el bienestar de la población.

Temas identificados como factores del bienestar

Las OECD publica el Índice de Bienestar, el cual permite comparar el bienestar basándose en once temas identificados como esenciales para las condiciones de vida materiales y la calidad de vida.

En los temas que la OECD ha identificado como los más importantes para medir el bienestar de un país México se encuentra en los últimos lugares.

La información proviene sobre todo de fuentes oficiales como cuentas nacionales, datos de las Naciones Unidas y oficinas nacionales de estadística, en el caso de México el INEGI. Algunos indicadores se basan en la Encuesta Mundial Gallup, de la Organización Gallup, que realiza periódicamente sondeos de opinión o encuestas en más de 140 países ²⁴.

Se identificaron como esenciales para el bienestar en términos de las condiciones materiales de vida (empleo, ingresos, vivienda) y la calidad de vida (comunidad, educación, equilibrio laboral-personal, medio ambiente, participación ciudadana, salud, satisfacción ante la vida y seguridad). La OECD ha ayudado a los gobiernos a diseñar mejores políticas que procuren una vida mejor a sus ciudadanos ²².



Figura 4.1. Temas identificados esenciales por la OECD

Fuente: OECD ²²

El Índice de Bienestar permite que cada persona asigne valores a los temas que se consideran más importantes y conozca la situación de cada país.

El INPC se relaciona con muchos factores de la vida diaria que afectan el bienestar y la calidad de vida de las personas, los elementos que componen la canasta básica tienen influencia en la mayoría de los aspectos de la vida diaria de las personas.

Si bien las variaciones en los precios de los productos y servicios más representativos de los mexicanos tienen repercusiones en muchos temas ya

mencionados, es importante resaltar cómo se ven afectados cada uno de los pétalos, dependiendo de las variaciones del INPC.

En dicho índice cada país es representado por una flor y cada pétalo de la flor es un tema, el largo del pétalo dependerá de la calificación que el país obtuvo en dicho tema en una escala de uno a diez, brindando así a las personas una herramienta para que estén informados, promoviendo que participen en proceso que determinan factores relevante para su bienestar ²⁵.

México se encuentra en una posición baja en buena parte de los temas en comparación con la mayoría de los demás países incluidos en el Índice de Bienestar.

La Figura 4.2 muestra el promedio de las calificaciones de cada uno de los países, cuando los once temas considerados por la OECD tienen la misma importancia. México ocupa el segundo lugar más bajo solo después de Turquía. Los treinta y seis países están ordenados alfabéticamente, comparando así el bienestar en distintos países ²².

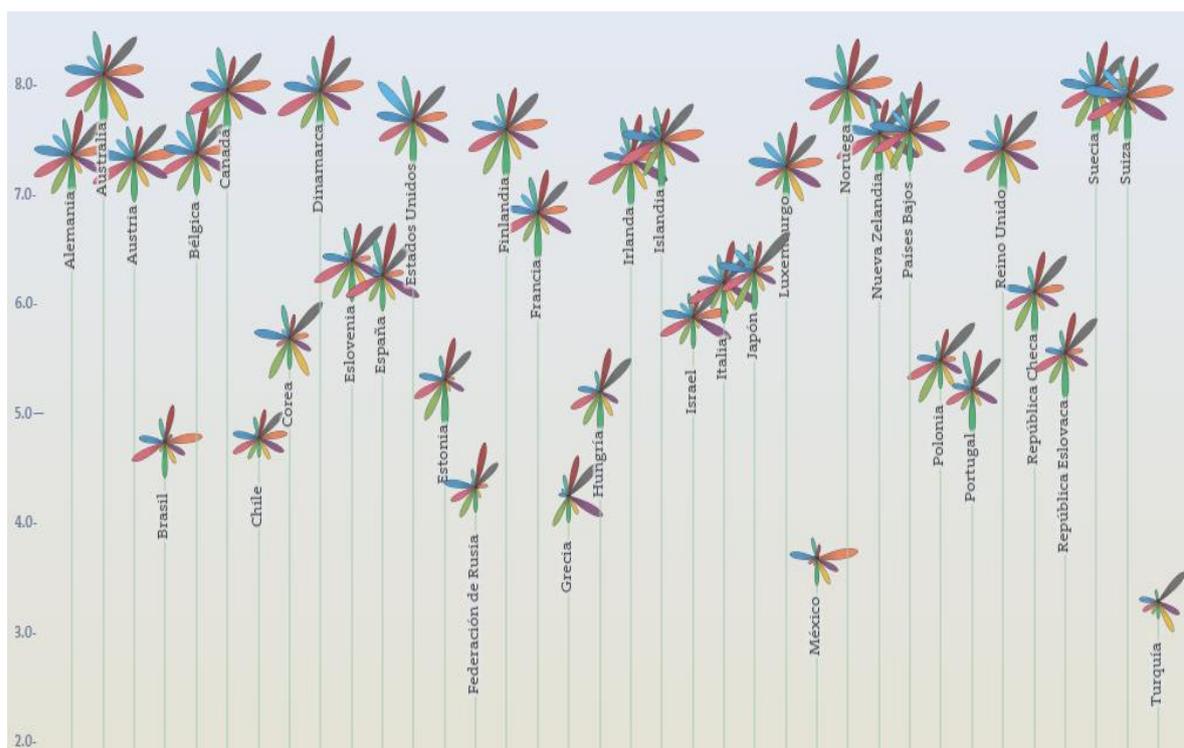


Figura 4.2. Comparación de México con otros países en temas de la OECD

Fuente: OECD ²²

México ocupa el penúltimo lugar de los países considerados por la OECD, debido a que el promedio de las calificaciones de cada uno de los temas es muy baja.

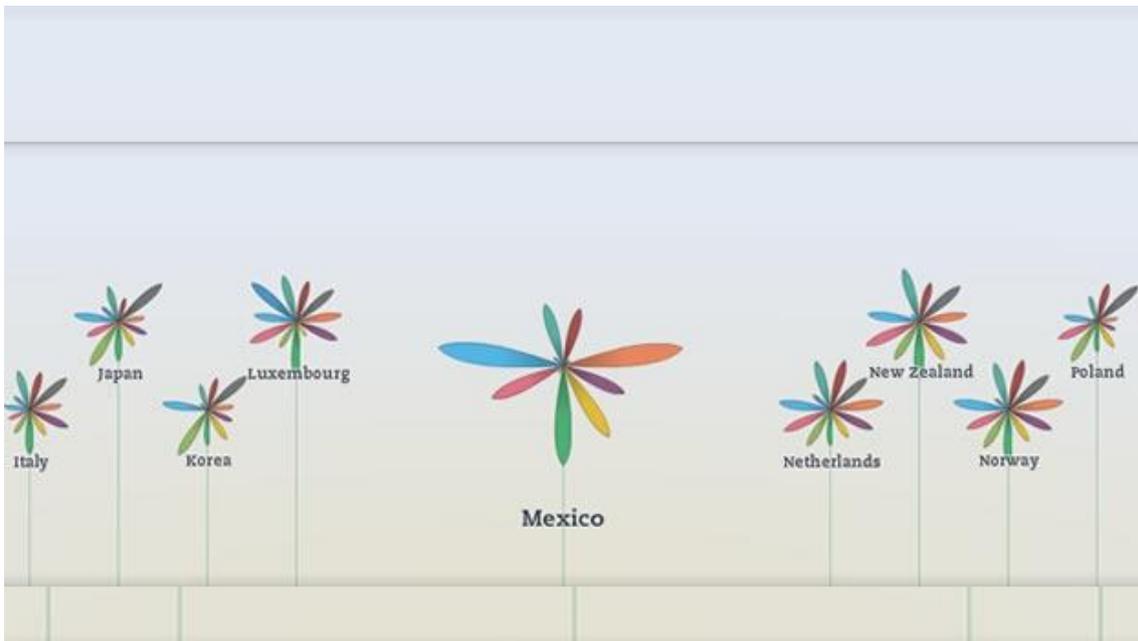


Figura 4.3 Flor que representa calificaciones de México

Fuente: OECD ²²

Este es la flor que representa las calificaciones de México en la OECD, donde se puede notar la gran diferencia en calificaciones en cada uno de los temas.

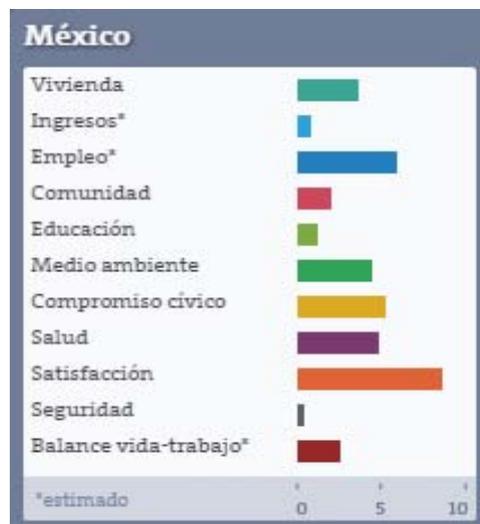


Figura 4.3. Calificación de México en los temas de la OECD

Fuente: OECD ²²

La siguiente figura muestra las calificaciones que México obtuvo en cada uno de los temas, siendo satisfacción el tema con la calificación más alta, 8.9. La seguridad es el tema en que México obtiene su calificación más baja con 0.4 puntos.

En la figura 4.3 se puede notar que México obtiene la calificación más alta en el tema de Satisfacción, mientras que la calificación más baja es para la seguridad, estos valores dependen de las encuestas que realiza la OECD, en donde se refleja la percepción de los ciudadanos, y en los índices publicados por el INEGI.



Figura 4.4. Calificaciones de México en la OECD

Fuente: OECD ²²

La Figura 4.4 muestra todas las calificaciones de México. En cada gráfica la parte de color es calificación de México, el resto de los rectángulos es la comparación con los demás países ²².

4.1 Vivienda

La vivienda es uno de los componentes del INPC y unos de los aspectos más importantes en la vida de toda persona. No solo se toma en cuenta la vivienda como las renta o los contratos de alquileres, además los gastos de los servicios indispensables para el correcto funcionamiento de cada vivienda se ven afectados por el INPC. Unos de los servicios básicos más indispensables es el agua potable; la OECD mide el correcto funcionamiento de los servicios básicos a través de los hogares con inodoros interiores con descargas de agua, ya que implican que las

viviendas cuentan con servicio de agua potable, en México el 95.8% de las viviendas cuentan con este servicio.

Este es uno de los temas más relevantes y al observar la serie de tiempo del INPC, la tendencia es creciente, lo que implica que cada mes este tipo de servicios incrementarán su costo. Desafortunadamente la mayoría de estos servicios no tienen un reemplazo y estos servicios son los que representan el mayor gasto mensual de cada familia. Reformas recientes como la eliminación de larga distancia nacional permiten que servicios como el de la telefonía reduzcan su costo ²⁶, sin embargo estos decrementos no son constantes.

En México las familias gastan en promedio el 21% de su ingreso bruto ajustado disponible en mantener su vivienda (igual al promedio de todos los países de la OECD), por eso es importante tomar en cuenta incrementos, y en algunas ocasiones los decrementos que podrían hacer que las personas destinaran esos recursos al ahorro, el pago de otro servicio o a un gusto personal.

4.2 Ingreso

Se entiende por ingreso a la cantidad neta de dinero que una persona o familia recibe o gana. Este es uno de los temas más importantes, pues a partir de este punto es como las personas pueden adquirir o pagar por los productos y servicios de la canasta básica. Sin embargo, después de realizar el pronóstico con el modelo ARIMA, nos damos cuenta que la tendencia del INPC es creciente, si esto podría entenderse que como que los ingresos también aumentan (los salarios mínimos) sin embargo el principal ingreso se mide en salarios mínimos, los cuales incrementan sólo de manera anual y no al mismo ritmo que el INPC. México ocupa el tercer lugar en personas con menores ingresos al año.

4.3 Empleo

Alrededor del 61% de la población entre 15 y 64 años tiene un empleo remunerado en México. A nivel de género el 79% de los hombres tienen un empleo remunerado en comparación del 45% de las mujeres. La tendencia creciente que presenta el INPC para los próximos dos años es perjudicial en este tema, para mantener la

calidad de vida o al menos seguir adquiriendo los productos más esenciales de la canasta básica las personas optan en la mayoría de las ocasiones por trabajar horas extra para compensar el alza de precios.

Encuestas realizadas por la OECD han revelado que México es uno de los países en donde las personas trabajan más horas, en promedio 2226 horas al año (el promedio de la OECD son 1765 horas), el 29% de los empleados tienen una jornada laboral muy larga (más de 8 horas diarias).

4.4 Educación

Contar con un buen nivel educativo es un factor fundamental para encontrar un empleo en nuestro país. Las colegiaturas o cuotas de inscripción desde primaria hasta la universidad, así como algunos gastos de materiales utilizados en el aula como libros de texto son considerados en el INPC. Estos elementos suelen tener comportamientos cíclicos, ya que cada inicio de ciclo escolar los precios suelen aumentar, como libros de texto, computadoras, tenis o zapatos escolares. El monto total puede variar un poco, pero las personas podrían hacer un presupuesto y comparar precios en diferentes tiendas, es una buena idea revisar materiales que se pudieran reciclar, sin embargo los mexicanos suelen dejar las compras hasta el último minuto y sin una planeación previa.

En general los precios aumentan conforme se acerca la fecha de inicio a clases, esto es perjudicial para las economías familiares debido a que los ingresos de esas fechas se destinan principalmente a la adquisición de útiles escolares y se deja de adquirir otros productos de la canasta básica. Esta también es una fuente de empleo para miles de personas, ya sean temporales o fijos.

El problema radica en que no todas las familias mexicanas pueden solventar estos gastos. Contar con una buena educación mejora la posibilidad de obtener un mejor empleo, ganar más dinero y contar una mayor calidad de vida. México ocupa el penúltimo lugar de la lista de la OECD en educación; el 36% de las personas entre 25 y 64 años de edad han obtenido un certificado de secundaria. En promedio los mexicanos pasan 15.2 años en el sistema educativo, el gobierno ha trabajado en garantizar que los jóvenes terminen la escuela, con un aumento en la tasa del 33% en 2000 al 49% en 2011.

4.5 Seguridad

Unos de los problemas más graves dentro del incremento de los precios y de las consecuencias que genera como la falta de educación, la falta de empleos o no sentirse satisfecho con el nivel de vida, es la inseguridad.

Las personas en la desesperación de falta de recursos y necesidad de cubrir gastos necesarios, buscan las maneras que no son necesariamente las más correctas de acceder a recursos para satisfacer necesidades básicas. Uno de los delitos desafortunadamente más comunes son los asaltos, en el país el 12.8% de las personas informaron haber sido víctimas de un asalto durante los 12 últimos meses (2014), la tasa de homicidios en México es de 23.4; estas dos cifras son superiores al promedio de la OECD.

4.6 Satisfacción

Si bien la felicidad es un tema subjetivo, la OECD los mide a través de experiencias negativas o positivas durante el día. El nivel educativo influye en el nivel de satisfacción, pues como ya se mencionó, este influye en poder adquirir más productos de la canasta básica. La población que ha concluido la educación primaria otorga una calificación de 7.0 a su satisfacción ante la vida, mientras que la calificación llega al 8.0 con las personas con educación superior. En comparación con otros países, México se encuentra por arriba en nivel de satisfacción, con 82% personas manifestaron tener más experiencias positivas en un día normal.

La satisfacción es tema en que México obtiene el mayor puntaje comparado con el resto de los temas considerados por la OECD. Esta calificación refleja que para los mexicanos los ingresos no son todo en su vida diaria, dando importancia a otros factores no relacionados con el ingreso para modelar la percepción de la calidad de vida.

4.7 Balance vida-trabajo

Además de sentirse satisfechos, mantener una buena relación vida trabajo es un aspecto fundamental en la vida de todas las personas, principalmente en las personas que tienen hijos, pues el apartarse del hogar por más horas al día representa menos tiempo junto a sus hijos.

La tendencia creciente del INPC obliga a las personas a trabajar más a diario para mantener la calidad de vida y poder adquirir los productos más indispensables para ellos de la canasta básica. Desafortunadamente el trabajar horas extra no siempre significa una remuneración económica que pueda contribuir a lograr un mejor ingreso, las personas dedican entre una décima y una quinta parte de su tiempo al trabajo no remunerado. De las personas que tienen un empleo remunerado, el 35% de los hombres trabajan con un horario muy largo, en comparación con el 18% en el caso de las mujeres.

Una de las sugerencias más importantes de la OECD a México es fortalecer las políticas para aumentar el bienestar de las familias, sobre todo las que tienen hijos. Brindar más apoyo público en prestaciones y servicios para las familias es clave para impulsar el empleo principalmente de las mujeres, además esto reduciría los riesgos de la pobreza, fomentar el desarrollo infantil y mejorar la igualdad de género.

Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran que los modelos ARIMA proporcionan pronósticos muy finos del INPC debido a que metodología de Box-Jenkins brinda esta posibilidad. Esto se puede comprobar con los valores reportados por el Banco de México durante enero y febrero de 2015 que son muy similares a los valores obtenidos, comparando contra el pronóstico, la diferencia con el valor real es de 0.059.

Periodo	Pronóstico	Límite Inferior 95%	Límite superior 95%	Valor Real
ene-15	116.053	116.011	117.095	115.954
feb-15	116.194	116.083	117.505	116.174

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI ¹⁵

La metodología de Box-Jenkins fue muy útil en esta aplicación de datos reales, en el modelo que resultó más adecuado los residuales se comportan como ruido blanco. Al principio, los datos mostraron tendencia, la cual se estabilizó con una diferencia ordinaria, la variación estacional fue incluida en el modelo. El modelo cumple con pruebas estadísticas, además de generar pronósticos ajustados a los datos reales. El pronóstico, por tanto, apoya la hipótesis de que se puede modelar el INPC con un modelo de series de tiempo, pues como se observa, el modelo refleja correctamente el comportamiento del índice y principalmente generando buenos pronósticos.

Los pronósticos generados para 2015 y 2016 presentan una tendencia creciente, con incrementos en el mes de marzo, generados por las vacaciones de semana santa y decrementos en el mes de mayo, que puede ser asociado a que en este mes muchas empresas realizan el reparto de utilidades a sus empleados, lo cual activa la economía al destinar estos ingresos a adquirir más productos de la canasta básica.

Como se puede observar en los pronósticos obtenidos, el INPC continúa con incrementos cada mes, esto significa que los aumentos en los precios de la canasta básica del consumo de los mexicanos continuarán.

El conocer cual será el aumento de dicho índice ayuda a los mexicanos a conocer si necesitarán más o menos dinero para adquirir los productos de la canasta de bienes y servicios o ahorrar cuando el INPC tenga decrementos, es decir, tomar decisiones adelantándose a los movimientos de dicho índice. Aunque cabe aclarar que no

todos los productos de la canasta básica presentan un aumento de precio, hay algunos que presentan decrementos, el INPC solo muestra el promedio únicamente.

Los resultados obtenidos también son importantes para el gobierno, ya que la estabilidad de los precios puede llevar a un país a tener un gran crecimiento y por el contrario la inestabilidad de estos lo puede llevar a consecuencias tan graves como una seria devaluación de la moneda. Además, si el gobierno se preocupa por este incremento y la afcción que genera sobre los mexicanos, puede contribuir a tomar acciones para generar empleos o mayores oportunidades para aquellas familias que tienen por ingreso uno o menos de un salario mínimo, aunque esta cantidad ha ido a la alza en los últimos años ²⁷, por otro lado puede realizar estrategias para minimizar la vulnerabilidad de la población mexicana en general ante este incremento en el INPC.

Cabe señalar que los pronósticos pueden variar por razones ajenas, ya sea decisiones del gobierno, algún otro elemento como por ejemplo la gripe aviar que hizo que el huevo elevara su precio, esto podría ocurrir con algún otro producto o servicio de la canasta básica.

Los pronósticos son acertados, por un lado reflejan el consumo de los habitantes y la situación del país en cuestiones de bienestar. Esperando que el pronóstico favoreciera a la población sensible por decirlo de alguna manera, pues tengamos en cuenta que millones de mexicanos no perciben más que un salario mínimo por lo tanto su capacidad de adquisición se reduce a la de una persona con una licenciatura o que tiene un sueldo no despreciable. De la misma forma se desea que este pronóstico contribuya a elaborar estrategias que permitan reducir el impacto desfavorable de este índice tan importante.

Este trabajo además de comprobar que se puede modelar la serie de tiempo del INPC con un modelo que proporciona buenos pronósticos, puede servir de guía para elaborar pronósticos de otras series de tiempo. Se explican los pasos a seguir para la elaboración de los pronósticos y los modelos existentes, con datos reales que afectan a la vida diaria, además de mostrar un ejemplo de como los resultados de los pronósticos afectan a la vida de los mexicanos.

La elaboración de este trabajo permitió mostrar cómo los pronósticos pueden ayudar a las personas a adelantarse a los movimientos de un índice que afecta en muchos sentidos su vida. Permitted poner en práctica conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, estadística, modelos y pronósticos. Además de la parte

matemática, utilizar un software con propósito específico, que facilita el trabajo en la búsqueda de un modelo más adecuado e irlo mejorando de una forma más sencilla, probando diferentes transformaciones o modelos.

Sobre todo entendí que después de encontrar un modelo que pronostique bien y que se ajuste a los datos, una de las principales razones para realizar un pronóstico no solo es el hecho de obtener los datos y mostrar las gráficas del comportamiento, lo importante ir más allá de las tablas, comprender la tendencia, el comportamiento e investigar cuales serán las afectaciones que estas tendrán en la vida diaria. Prestar más atención al análisis, y entender las afectaciones de los pronósticos en cada uno de los aspectos de la vida, que muestran cómo el mundo ve a México.

Anexo A

Datos de la serie de tiempo de INPC

Título	Índice nacional de precios al consumidor (mensual)
Periodo disponible	Enero 1969-Diciembre 2014
Periodicidad	Mensual
Cifra	Índices
Unidad	Sin Unidad
Tipo de información	Índices
Ene 1969	0.015434127
Feb 1969	0.015489522
Mar 1969	0.01550481
Abr 1969	0.015546834
May 1969	0.015546834
Jun 1969	0.015602236
Jul 1969	0.015661458
Ago 1969	0.015678656
Sep 1969	0.015825754
Oct 1969	0.015991959
Nov 1969	0.01599387
Dic 1969	0.016114224
Ene 1970	0.016236489
Feb 1970	0.016234579
Mar 1970	0.01628234
Abr 1970	0.016303352
May 1970	0.016337742
Jun 1970	0.016437085
Jul 1970	0.016517319
Ago 1970	0.016593733
Sep 1970	0.016633854
Oct 1970	0.016639584
Nov 1970	0.016729376
Dic 1970	0.016870743
Ene 1971	0.017036948
Feb 1971	0.017107632
Mar 1971	0.017172585
Abr 1971	0.017260466
May 1971	0.017296766
Jun 1971	0.017375091
Jul 1971	0.017361719
Ago 1971	0.017520277
Sep 1971	0.01757759
Oct 1971	0.017594788
Nov 1971	0.017623441
Dic 1971	0.017707502
Ene 1972	0.017785826
Feb 1972	0.017841228
Mar 1972	0.017938661

Abr 1972	0.018051375
May 1972	0.018087668
Jun 1972	0.018221394
Jul 1972	0.018290174
Ago 1972	0.018410529
Sep 1972	0.018494583
Oct 1972	0.018507954
Nov 1972	0.018628309
Dic 1972	0.018691359
Ene 1973	0.018962631
Feb 1973	0.019119286
Mar 1973	0.019287402
Abr 1973	0.019593064
May 1973	0.019801301
Jun 1973	0.019963679
Jul 1973	0.020475668
Ago 1973	0.020804259
Sep 1973	0.021299049
Oct 1973	0.021572238
Nov 1973	0.021837787
Dic 1973	0.022686001
Ene 1974	0.023497921
Feb 1974	0.024029011
Mar 1974	0.024214326
Abr 1974	0.02454291
May 1974	0.024735865
Jun 1974	0.024980395
Jul 1974	0.025341459
Ago 1974	0.025608918
Sep 1974	0.025899299
Oct 1974	0.026413191
Nov 1974	0.027146787
Dic 1974	0.027358844
Ene 1975	0.027708447
Feb 1975	0.027861275
Mar 1975	0.028037031
Abr 1975	0.02827392
May 1975	0.028652183
Jun 1975	0.029139332
Jul 1975	0.029372401
Ago 1975	0.029626489
Sep 1975	0.029842359
Oct 1975	0.029995194
Nov 1975	0.03020534
Dic 1975	0.03045178
Ene 1976	0.031040183
Feb 1976	0.031620944
Mar 1976	0.031930427
Abr 1976	0.032153945
May 1976	0.032379373
Jun 1976	0.032509278
Jul 1976	0.032784378
Ago 1976	0.033097681
Sep 1976	0.034226731
Oct 1976	0.036154324

Nov 1976	0.037787716
Dic 1976	0.038735272
Ene 1977	0.039969396
Feb 1977	0.040851999
Mar 1977	0.041564577
Abr 1977	0.0421931
May 1977	0.042563715
Jun 1977	0.043085254
Jul 1977	0.043572411
Ago 1977	0.044466475
Sep 1977	0.045255474
Oct 1977	0.045601256
Nov 1977	0.046099867
Dic 1977	0.046737941
Ene 1978	0.047777199
Feb 1978	0.048463034
Mar 1978	0.048967375
Abr 1978	0.049511844
May 1978	0.049997083
Jun 1978	0.050684828
Jul 1978	0.05154451
Ago 1978	0.052058409
Sep 1978	0.052652541
Oct 1978	0.053290615
Nov 1978	0.053838897
Dic 1978	0.054295484
Ene 1979	0.056223077
Feb 1979	0.057031177
Mar 1979	0.057804886
Abr 1979	0.058322606
May 1979	0.059086772
Jun 1979	0.059742037
Jul 1979	0.060466075
Ago 1979	0.061381159
Sep 1979	0.062133857
Oct 1979	0.063218967
Nov 1979	0.064032797
Dic 1979	0.065165661
Ene 1980	0.068342659
Feb 1980	0.069922559
Mar 1980	0.071361092
Abr 1980	0.07260858
May 1980	0.073793032
Jun 1980	0.075256398
Jul 1980	0.077357837
Ago 1980	0.078960659
Sep 1980	0.079837539
Oct 1980	0.081046816
Nov 1980	0.082452877
Dic 1980	0.084615448
Ene 1981	0.08734159
Feb 1981	0.08948697
Mar 1981	0.091401185
Abr 1981	0.09346251
May 1981	0.094876204

Jun 1981	0.096202023
Jul 1981	0.097896547
Ago 1981	0.099913932
Sep 1981	0.101772751
Oct 1981	0.104030846
Nov 1981	0.106032942
Dic 1981	0.108887079
Ene 1982	0.114297332
Feb 1982	0.118788688
Mar 1982	0.123127202
Abr 1982	0.129800232
May 1982	0.137096053
Jun 1982	0.143700303
Jul 1982	0.151105018
Ago 1982	0.168061726
Sep 1982	0.177032969
Oct 1982	0.186210533
Nov 1982	0.195624985
Dic 1982	0.216515209
Ene 1983	0.240074262
Feb 1983	0.252958004
Mar 1983	0.265201761
Abr 1983	0.281992263
May 1983	0.294222649
Jun 1983	0.305364105
Jul 1983	0.320461993
Ago 1983	0.332900609
Sep 1983	0.34314609
Oct 1983	0.35453207
Nov 1983	0.375353527
Dic 1983	0.391412349
Ene 1984	0.41627812
Feb 1984	0.438247723
Mar 1984	0.456979195
Abr 1984	0.476748016
May 1984	0.492556578
Jun 1984	0.510382524
Jul 1984	0.52711381
Ago 1984	0.542097074
Sep 1984	0.558245688
Oct 1984	0.577750878
Nov 1984	0.597578921
Dic 1984	0.62295859
Ene 1985	0.669169261
Feb 1985	0.696969403
Mar 1985	0.723976733
Abr 1985	0.746253908
May 1985	0.763932751
Jun 1985	0.783065408
Jul 1985	0.81033637
Ago 1985	0.845762835
Sep 1985	0.87954062
Oct 1985	0.912951611
Nov 1985	0.955072111
Dic 1985	1.020090675

Ene 1986	1.110276851
Feb 1986	1.15963777
Mar 1986	1.2135378
Abr 1986	1.276894313
May 1986	1.34785231
Jun 1986	1.434370512
Jul 1986	1.50593984
Ago 1986	1.626004669
Sep 1986	1.723549709
Oct 1986	1.822069042
Nov 1986	1.945171412
Dic 1986	2.098822995
Ene 1987	2.268762649
Feb 1987	2.432470572
Mar 1987	2.593225021
Abr 1987	2.820119431
May 1987	3.032724052
Jun 1987	3.252120148
Jul 1987	3.515516574
Ago 1987	3.802838856
Sep 1987	4.053368746
Oct 1987	4.391158069
Nov 1987	4.739467965
Dic 1987	5.439478729
Ene 1988	6.28055153
Feb 1988	6.80439664
Mar 1988	7.152836449
Abr 1988	7.372994794
May 1988	7.515648197
Jun 1988	7.668971189
Jul 1988	7.796977554
Ago 1988	7.86870735
Sep 1988	7.913693455
Oct 1988	7.974056367
Nov 1988	8.080769414
Dic 1988	8.249371787
Ene 1989	8.451312551
Feb 1989	8.566001517
Mar 1989	8.658862254
Abr 1989	8.788353003
May 1989	8.909317634
Jun 1989	9.017518878
Jul 1989	9.107720335
Ago 1989	9.194488804
Sep 1989	9.282422617
Oct 1989	9.419703978
Nov 1989	9.55192469
Dic 1989	9.874287533
Ene 1990	10.35083877
Feb 1990	10.58522578
Mar 1990	10.77183558
Abr 1990	10.93577849
May 1990	11.12661601
Jun 1990	11.37167642
Jul 1990	11.57905991

Ago 1990	11.77635267
Sep 1990	11.94422145
Oct 1990	12.11593396
Nov 1990	12.4376167
Dic 1990	12.82961936
Ene 1991	13.15663021
Feb 1991	13.38630808
Mar 1991	13.57721055
Abr 1991	13.71943793
May 1991	13.85355376
Jun 1991	13.99891993
Jul 1991	14.12262981
Ago 1991	14.22091799
Sep 1991	14.36258563
Oct 1991	14.52963103
Nov 1991	14.89040629
Dic 1991	15.24089786
Ene 1992	15.51790207
Feb 1992	15.70175899
Mar 1992	15.86155633
Abr 1992	16.00295269
May 1992	16.10846601
Jun 1992	16.21749445
Jul 1992	16.31989382
Ago 1992	16.42015353
Sep 1992	16.56298842
Oct 1992	16.6822528
Nov 1992	16.82085807
Dic 1992	17.06037067
Ene 1993	17.27436988
Feb 1993	17.41550261
Mar 1993	17.51699835
Abr 1993	17.61801267
May 1993	17.71872134
Jun 1993	17.81810227
Jul 1993	17.90372831
Ago 1993	17.99955398
Sep 1993	18.13286363
Oct 1993	18.20702345
Nov 1993	18.28732903
Dic 1993	18.42676723
Ene 1994	18.56962314
Feb 1994	18.66512978
Mar 1994	18.76110447
Abr 1994	18.85298708
May 1994	18.94407687
Jun 1994	19.03886902
Jul 1994	19.12330489
Ago 1994	19.21243652
Sep 1994	19.34907599
Oct 1994	19.45065197
Nov 1994	19.55463314
Dic 1994	19.72613932
Ene 1995	20.46862019
Feb 1995	21.33613293

Mar 1995	22.59392133
Abr 1995	24.3942825
May 1995	25.4138631
Jun 1995	26.22043406
Jul 1995	26.75496405
Ago 1995	27.19875002
Sep 1995	27.76136288
Oct 1995	28.33257255
Nov 1995	29.03120591
Dic 1995	29.97704506
Ene 1996	31.05470183
Feb 1996	31.77950767
Mar 1996	32.47909623
Abr 1996	33.40239265
May 1996	34.01123721
Jun 1996	34.56506223
Jul 1996	35.05641717
Ago 1996	35.52236378
Sep 1996	36.09032576
Oct 1996	36.54079814
Nov 1996	37.09443212
Dic 1996	38.28212794
Ene 1997	39.26655717
Feb 1997	39.92640941
Mar 1997	40.4233045
Abr 1997	40.860022
May 1997	41.23293212
Jun 1997	41.59877377
Jul 1997	41.96117668
Ago 1997	42.33427784
Sep 1997	42.86154831
Oct 1997	43.20408307
Nov 1997	43.68741432
Dic 1997	44.29950655
Ene 1998	45.26330346
Feb 1998	46.05573748
Mar 1998	46.5952345
Abr 1998	47.03118783
May 1998	47.40581731
Jun 1998	47.9661377
Jul 1998	48.42864559
Ago 1998	48.89421013
Sep 1998	49.68721726
Oct 1998	50.39922341
Nov 1998	51.2917624
Dic 1998	52.54326558
Ene 1999	53.87012062
Feb 1999	54.59408022
Mar 1999	55.10129148
Abr 1999	55.60697442
May 1999	55.94148549
Jun 1999	56.3090465
Jul 1999	56.68119247
Ago 1999	57.0002293
Sep 1999	57.55099768

Oct 1999	57.91550204
Nov 1999	58.43054594
Dic 1999	59.01589258
Ene 2000	59.80832658
Feb 2000	60.33884472
Mar 2000	60.6733558
Abr 2000	61.01856512
May 2000	61.24666691
Jun 2000	61.60945191
Jul 2000	61.84978026
Ago 2000	62.18964046
Sep 2000	62.64393363
Oct 2000	63.075302
Nov 2000	63.61460798
Dic 2000	64.30330726
Ene 2001	64.65978794
Feb 2001	64.61699498
Mar 2001	65.02639374
Abr 2001	65.35440947
May 2001	65.50437588
Jun 2001	65.65930934
Jul 2001	65.4887106
Ago 2001	65.87671289
Sep 2001	66.48995136
Oct 2001	66.79045731
Nov 2001	67.04205702
Dic 2001	67.13490247
Ene 2002	67.7546363
Feb 2002	67.71107918
Mar 2002	68.05743473
Abr 2002	68.42919862
May 2002	68.56789368
Jun 2002	68.90221371
Jul 2002	69.10001172
Ago 2002	69.36274679
Sep 2002	69.77995076
Oct 2002	70.0875094
Nov 2002	70.65435513
Dic 2002	70.96191376
Ene 2003	71.24878459
Feb 2003	71.44669788
Mar 2003	71.89769193
Abr 2003	72.02043955
May 2003	71.78804659
Jun 2003	71.84735162
Jul 2003	71.95148021
Ago 2003	72.16732293
Sep 2003	72.59693958
Oct 2003	72.86312262
Nov 2003	73.46789598
Dic 2003	73.78372973
Ene 2004	74.24230931
Feb 2004	74.68640743
Mar 2004	74.93948818
Abr 2004	75.05258149

May 2004	74.86432251
Jun 2004	74.98431175
Jul 2004	75.18084586
Ago 2004	75.64494218
Sep 2004	76.27040334
Oct 2004	76.79863185
Nov 2004	77.45374553
Dic 2004	77.61373118
Ene 2005	77.61648956
Feb 2005	77.87508706
Mar 2005	78.22609007
Abr 2005	78.50468579
May 2005	78.30746209
Jun 2005	78.23229641
Jul 2005	78.53847586
Ago 2005	78.63226056
Sep 2005	78.94740472
Oct 2005	79.14118045
Nov 2005	79.71078455
Dic 2005	80.20039583
Ene 2006	80.67069849
Feb 2006	80.7941357
Mar 2006	80.89550592
Abr 2006	81.01411598
May 2006	80.65345866
Jun 2006	80.72310758
Jul 2006	80.94446705
Ago 2006	81.35753346
Sep 2006	82.17883914
Oct 2006	82.53811727
Nov 2006	82.97118189
Dic 2006	83.45113886
Ene 2007	83.88213471
Feb 2007	84.11659644
Mar 2007	84.29864909
Abr 2007	84.24830877
May 2007	83.83731114
Jun 2007	83.93799177
Jul 2007	84.29451153
Ago 2007	84.63792901
Sep 2007	85.29511147
Oct 2007	85.62749547
Nov 2007	86.23157924
Dic 2007	86.588099
Ene 2008	86.98944233
Feb 2008	87.24803983
Mar 2008	87.88039693
Abr 2008	88.080379
May 2008	87.98521512
Jun 2008	88.34932041
Jul 2008	88.84169006
Ago 2008	89.35474751
Sep 2008	89.96365843
Oct 2008	90.57670692
Nov 2008	91.60626978

Dic 2008	92.24069566
Ene 2009	92.4544696
Feb 2009	92.65858923
Mar 2009	93.19164489
Abr 2009	93.51782254
May 2009	93.24543317
Jun 2009	93.41714191
Jul 2009	93.67160186
Ago 2009	93.89571969
Sep 2009	94.36671195
Oct 2009	94.6522036
Nov 2009	95.14319406
Dic 2009	95.53695186
Ene 2010	96.57547944
Feb 2010	97.13405005
Mar 2010	97.8236434
Abr 2010	97.5119472
May 2010	96.89751953
Jun 2010	96.86717743
Jul 2010	97.0775034
Ago 2010	97.34713439
Sep 2010	97.85743347
Oct 2010	98.46151724
Nov 2010	99.25041203
Dic 2010	99.74209209
Ene 2011	100.228
Feb 2011	100.604
Mar 2011	100.797
Abr 2011	100.789
May 2011	100.046
Jun 2011	100.041
Jul 2011	100.521
Ago 2011	100.68
Sep 2011	100.927
Oct 2011	101.608
Nov 2011	102.707
Dic 2011	103.551
Ene 2012	104.284
Feb 2012	104.496
Mar 2012	104.556
Abr 2012	104.228
May 2012	103.899
Jun 2012	104.378
Jul 2012	104.964
Ago 2012	105.279
Sep 2012	105.743
Oct 2012	106.278
Nov 2012	107
Dic 2012	107.246
Ene 2013	107.678
Feb 2013	108.208
Mar 2013	109.002
Abr 2013	109.074
May 2013	108.711
Jun 2013	108.645

Jul 2013	108.609
Ago 2013	108.918
Sep 2013	109.328
Oct 2013	109.848
Nov 2013	110.872
Dic 2013	111.508
Ene 2014	112.505
Feb 2014	112.79
Mar 2014	113.099
Abr 2014	112.888
May 2014	112.527
Jun 2014	112.722
Jul 2014	113.032
Ago 2014	113.438
Sep 2014	113.939
Oct 2014	114.569
Nov 2014	115.493
Dic 2014	116.059

Anexo B

Ciudades que se toman en cuenta para el cálculo del INPC.

Clave	Nombre de la ciudad
1	Área Metropolitana de la Cd. De México
2	Mérida, Yuc. (Área Metropolitana)
3	Morelia, Mich.
4	Guadalajara, Jal. (Área Metropolitana)
5	Monterrey, N. L. (Área Metropolitana)
6	Mexicali, B. C.
7	Cd. Juárez, Chih.
8	Acapulco, Gro.
9	Culiacán, Sin.
10	León, Gto.
11	Puebla, Pue.
12	San Luis Potosí, S. L. P.
13	Tapachula, Chis.
14	Toluca, Edo. de Méx.
15	Torreón, Coah.
16	Veracruz, Ver.
17	Villahermosa, Tab.
18	Tampico, Tamps.
19	Chihuahua, Chih.
20	Hermosillo, Son.
21	Monclova, Coah.
22	Córdoba, Ver.
23	Aguascalientes, Ags.
24	Tijuana, B. C.
25	Matamoros, Tamps.
26	Colima, Col.
27	La Paz, B. C. S.
28	Chetumal, Q. R.
29	Jacona, Mich.
30	Fresnillo, Zac.
31	Iguala, Gro.
32	Huatabampo, Son.
33	Tulancingo, Hgo.
34	Cortazar, Gto.
35	Cd. Jiménez, Chih.
36	Durango, Dgo.
37	Tepic, Nay.
38	Oaxaca, Oax.

39	Querétaro, Oro.
40	Cuernavaca, Mor.
41	Tlaxcala, Tlax.
42	San Andrés Tuxtla, Ver.
43	Campeche, Camp.
44	Tepatitlán, Jal.
45	Tehuantepec, Oax.
46	Cd. Acuña, Coah.

Anexo C

Productos y servicios que componen la canasta básica

Alimentos, bebidas y tabaco	Cereales	Arroz Cereales en hojuela Harina de trigo Masa y harina de maíz Tortilla de maíz Tortilla de harina de trigo Tostadas
	Hortofrutícolas	Aguacate Calabacita Cebolla Chayote Chícharo Chile poblano Chile seco Chile serrano Durazno Ejotes Guayaba Jitomate Lechuga y col Limón Maíz Manzana Melón Naranja Nopales Otras frutas y legumbres Papa y otros tubérculos Papaya Pepino Pera Piña Plátano Sandía Tomate verde Uva Zanahoria
	Cárnicos	Barbacoa o birria Camarón Carne de cerdo Carne de res Carnes secas y otros embutidos Carnitas Chorizo Jamón Otros mariscos

		Pescados Pollo Pollo rostizado Salchichas Tocino Vísceras de res
	Bebidas	Agua embotellada Brandy Leche pasteurizada y fresca Otros licores Refrescos envasados Ron Tequila Vino de mesa
	Abarrotes	Aceites y grasa vegetales comestibles Atún y sardina en lata Azúcar Café soluble Café tostado Chiles envasados, moles y salsas Chocolate Cigarros Concentrados de pollo y sal Dulces, cajeta y miel Frijol Frijol procesado Frutas y legumbres procesados para bebé Galletas Gelatina en polvo Helado Huevo Jugos o néctares envasados Leche en polvo Leche evaporadas, condensada o maternizada Mantequilla Mayonesa y mostaza Conservas de fruta Otros quesos Queso amarillo Queso fresco Queso manchego o chihuahua Queso Oaxaca o asadero Pan blanco Pan de caja Pan dulce Papas fritas y similares Pasta para sopa Pasteles, pastelillos y pan dulce empaquetado Pasteles a granel

		Pizzas Sopas instantáneas y puré de tomate Verduras envasadas Yogurt
Ropa, calzado y accesorios		Blusas y playeras para mujer Bolsas, maletas y cinturones Calcetines y calcetas Camisas Camisas y playeras para niños Camisetas para bebe Medias y pantimedias Pantalones para hombre, mujer y niños Relojes, joyas y bisutería Ropa interior para hombre, mujer y niño Servicio de lavandería Trajes Uniformes escolares Vestidos y faldas de mujer y niñas Zapatos par hombre, mujer y niños Zapatos tenis
Vivienda		Derechos por el suministro de agua Electricidad Gas doméstico LP y natural Larga distancia nacional e internacional Otros servicios para el hogar Renta de vivienda Servicio de telefonía móvil Servicio telefónico local fijo
Muebles, aparatos y accesorios domésticos		Aparatos de aire acondicionado Aparatos de telefonía fija Blanqueadores Calentadores de agua Cerillos Colchas y cobijas Colchones Comedores y antecomedores Computadoras Cortinas Detergentes Escobas, fibras y estropajos Estufas Focos Horno de microondas Jabón para ropa Lavadoras de ropa Licuadoras Loza, cristalería y cubiertos Muebles diversos para hogar Otros aparatos Pilas Planchas eléctricas Refrigeradores

	Reproductores de video Salas Suavizantes y limpiadores Televisores Toallas Velas y veladoras
Salud y cuidado personal	Analgésicos Análisis clínicos Antibióticos Antigripales Antiinflamatorios Artículos de maquillaje Cardiovasculares Consulta médica Corte de cabello Cremas para la piel Dermatológicos Desodorantes personales Expectorantes y descongestivos Gastrointestinales Jabón de tocador Lociones y perfumes Material de curación Medicamentos para diabetes Navajas y máquinas para afeitar Pañales Papel higiénico y pañuelos desechables Pasta dental Productos para el cabello Servilletas de papel Toallas sanitarias
Transporte	Aceites lubricantes Acumuladores Autobús foráneo Autobús urbano Automóviles Bicicletas y motocicletas Colectivo Cuotas de autopista Estacionamiento Gasolina de alto octanaje Gasolina de bajo octanaje Mantenimiento de automóvil Metro o transporte eléctrico Neumáticos Otras refacciones Seguro de automóvil Taxi Trámites vehiculares Transporte aéreo

Educación esparcimiento	o <ul style="list-style-type: none"> Alimento para mascota Artículos deportivos Carrera corta Cine Club deportivo Enseñanza adicional Guarderías y estancias infantiles Hoteles Instrumentos musicales y otros Juguetes Libros de texto Material escolar Otras diversiones y espectáculos deportivos Otros libros Películas, música y videojuegos Periódicos Preescolar Preparatoria Primaria Revistas Secundaria Servicio de internet Servicio de televisión de paga Servicios turísticos de paquete Universidad
Otros servicios	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de documentos del sector público Loncherías, fondas, tortearías y taquerías Restaurantes y similares Servicios funerarios

Referencias

1. CONEVAL. Anexo estadístico pobreza 2012. 2012.
2. Banco de México. El Índice Nacional de Precios al Consumidor: Características y Actualización de su Base al Año 2002. 2002. <http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/INPC2.pdf>. Accessed August 16, 2014.
3. INEGI. Preguntas frecuentes del INPC. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/INP/PreguntasINPC.aspx>. Accessed August 11, 2013.
4. Banco de México. Política monetaria e inflación, educación, Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/politica-monetaria-e-inflacion/politica-monetaria-inflacion.html>. Accessed August 9, 2014.
5. Banco de México. Documento Metodológico. 2011.
6. Fondo Monetario Internacional; Organización Internacional del Trabajo; Organización de Cooperación y Desarrollo. *Manual Del Índice de Precios Al Consumidor. Teoría Y Práctica.*; 2004. http://www.imf.org/external/pubs/ft/cpi/manual/2004/esl/cpi_sp.pdf. Accessed August 9, 2014.
7. Organización Internacional. *Manual Del Índice de Precios Al Consumidor.*; 2010.
8. Banco de México. Preguntas frecuentes de política monetaria, dudas, Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/material-de-referencia/basico/preguntas-frecuentes-de-politica-monetaria-e-infla/preguntas-frecuentes002.html>. Accessed April 21, 2015.
9. Banco de México. Informes trimestrales, precios, Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/trimestral-inflacion/indexpage001.html>. Accessed March 3, 2015.
10. UNAM F de I. *Formulación Del Diagnóstico Y El Pronóstico.* http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMAIII.3.pdf. Accessed May 21, 2015.
11. González Videgaray M del C. *Pronósticos: Metodología de Box-Jenkins.* Vol 1ra Ed. México; 2011.
12. Wei WWS. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods.* Vol 2da Ed. Pearson
13. De Arce RR, Mahía. Modelos ARIMA. http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/anadelsur/pdf/Box-Jenkins.PDF. Accessed August 9, 2014.

14. Bowerman BL, O'Connel RT, Koehler AB. *Pronósticos, Series de Tiempo Y Regresión, Un Enfoque Aplicado*. Vol 4ta Ed. Cengage Learning Brooks Cole; 2006.
15. INEGI. Índices de Precios al Consumidor, Datos. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/IndicePrecios/Cuadro.aspx?nc=CA55&T=%C3%8Dndices de Precios al Consumidor&ST=%C3%8Dndice Nacional de Precios al Consumidor y sus componentes>. Accessed August 9, 2014.
16. Brockwell PJ, Davis RA. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Vol 2da. ed. USA: Board; 2002.
17. SÓLO CIENCIA. La navaja de Occam | SÓLO CIENCIA. <http://cienciasalcantara.blogia.com/2010/100303-la-navaja-de-occam.php>. Accessed August 9, 2014.
18. Rojas M, INEGI. El bienestar subjetivo: su contribución a la apreciación y la consecución del progreso y el bienestar humano. *Real DATOS Y Espac Rev Int ESTADÍSTICA Y Geogr.* 2011. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/revista-inter/RevistaDigital2/Doctos/RDE_02_Art4.pdf. Accessed August 5, 2015.
19. González MS. *Objetivo Y Funcionamiento Del Banco de México.*; 2010. <http://www.banxico.org.mx/material-educativo/informacion-general/catedra-banco-de-mexico/universidad-autonoma-de-mexico-uam-mayo-julio-2/%7B86959E7A-2B91-9D43-6558-DF2515CA3817%7D.pdf>. Accessed August 5, 2015.
20. Eroski Consumer. Efectos de la inflación en la economía de los consumidores. 2003. http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/finanzas/2003/04/29/60659.php. Accessed July 26, 2015.
21. Banco de México. Crecimiento y bienestar. <http://www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/material-de-referencia/basico/fichas-sobre-politica-monetaria-e-inflacion/analisis-economico/%7B700582A8-3A97-C1B1-E735-D7EEA27EAB2E%7D.pdf>. Accessed July 26, 2015.
22. OECD. Tu Índice para una Vida Mejor. <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/countries/mexico-es/>. Accessed August 11, 2013.
23. OEDC. La OECD - OECD Acerca de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>. Accessed March 4, 2015.
24. Kekeritz DBFR. *Tu Índice Para Una Vida Mejor.*(2014). <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/about/better-life-initiative/#question1>. Accessed March 6, 2015.
25. OECD. El trabajo estadístico de la OECD. [http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/El trabajo estad%C3%ADstico de la OCDE EBOOK.pdf](http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/El%20trabajo%20estad%C3%ADstico%20de%20la%20OCDE%20EBOOK.pdf). Accessed April 21, 2015.

26. Mendieta S. Telefónicas, listas para eliminar el cobro por la larga distancia. *Milenio*. December 2014. http://www.milenio.com/negocios/Telefonicas-listas-eliminar-larga-distancia-Telmex-Telefonica-Nextel-Axtel_O_435556456.html. Accessed March 11, 2015.
27. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. *Evolución de Los Precios de La Canasta Básica Y Su Impacto En Los Salarios Y El Empleo*.(2009). <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/2009/cefp0422009.pdf>. Accessed September 1, 2013.
28. Alegría JMS, Sáez MP. *Curso Básico de Estadística Para Economía Y Administración de Empresas*. Ed. Universidad de Cantabria; 2005. <https://books.google.com/books?id=QEp1dROPOOAC&pgis=1>. Accessed October 9, 2015.
29. Arce R de. *Conceptos Básicos Sobre La Heterocedasticidad En El Modelo Básico de Regresión Lineal, Tratamiento Con E-Views*.(2001). https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/jmalonso/heterocedasticidad.pdf. Accessed August 17, 2015.
30. Armando Aguirre J. *Introducción Al Tratamiento de Series Temporales: Aplicación a Las Ciencias de La Salud*. Ediciones Díaz de Santos; 1994. <https://books.google.com/books?id=LpQdGzLNnjkC&pgis=1>. Accessed August 17, 2015.

Glosario

Diferencias estacionales: Cuando una serie de tiempo presenta variación estacional, sea s la longitud del periodo de la variación estacional. Es decir, si un comportamiento se repite de manera semejante, se resta el valor de la serie correspondiente a determinada estación de un año el valor de la serie en la misma estación del año anterior ²⁸.

Diferencias no estacionales: Consiste en restar los valores de las observaciones uno de otro en orden preestablecido, $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$, con el fin de eliminar la tendencia de la serie de tiempo. Se considera que un polinomio de grado uno se vuelve constante al aplicar una diferencia; uno de grado dos se vuelve constante al aplicar dos diferencias y así sucesivamente ²⁸.

Espectro lineal: Cualquier proceso periódico se puede modelar, con la precisión deseada, mediante series de términos de funciones senoidales (seno y coseno), lo que se conoce como series de Fourier, y se denomina espectro a la representación de las amplitudes, en el eje de las Y, que constituyen los diferentes términos de la serie para toda la gama de frecuencias (eje de las X).

El espectro es una herramienta fundamental para detectar estacionalidad en una serie y determinar su periodo. Como es de esperar, el espectro está íntimamente relacionado con la función de autocorrelación ¹¹.

Heteroscedasticidad: En estadística se dice que un modelo de regresión lineal presenta heteroscedasticidad cuando la varianza del error no es constante para todas las observaciones de la serie de tiempo ²⁹.

Periodograma: El periodograma mide aportaciones a la varianza total de la serie de componentes periódicos de una frecuencia determinada (w).

El periodograma está basado en una herramienta matemática denominada Transformada de Fourier, según la cual una serie, que cumpla determinados requisitos, puede descomponerse como suma de un número finito o infinito de frecuencias. Del mismo modo, a partir de la representación frecuencial puede recuperarse la serie original a través de la Transformada Inversa de Fourier ³⁰.