

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, UNAN LEÓN.

ÁREA CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ÁREA ESPECÍFICA DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA

INGENIERÍA ESTADÍSTICA.



Tesis para optar al título de Ingeniería en Estadística.

**Tema: Predicción del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)
de Nicaragua.**

Autores:

- Alberth Jhon Lam Moody.
- Ileana del Rosario Molina Balmaceda.

Tutora:

Ph. D Ana Cristina Rostrán Molina.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Agradecemos al señor por habernos permitido culminar esta etapa de nuestras vidas, gracias por darnos la sabiduría y el entendimiento para salir adelante y lograr una de nuestras principales metas.

A nuestros padres.

Gracias por siempre ser nuestro apoyo incondicional y por estar presentes en cada una de las etapas de nuestras vidas y ser ese impulso que nos ha ayudado a cumplir nuestros objetivos

A nuestra tutora.

Nuestro más profundo agradecimiento a la Dra. Ana Cristina Rostrán Molina por su tiempo, dedicación y motivación a lo largo de nuestra formación académica.

Por la confianza que depósito en nosotros a lo largo de este proyecto de investigación, y ayudarnos a formarnos en el ámbito profesional.

DEDICATORIA

A Dios.

Gracias por habernos permitido llegar hasta este día, por ser nuestro guía, por darnos la fortaleza y la sabiduría para poder alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres.

Por ser una luz en los momentos difíciles y apoyarnos en todo momento, por enseñarnos a ser fuertes, valientes y perseverantes para seguir creciendo como personas y profesionales.

Nuestros padres, han sido el pilar fundamental en nuestras vidas y gracias a ellos hemos podido culminar esta meta, gracias por todo el esfuerzo, el amor y el apoyo incondicional que nos han brindado.

Así también agradecer a todas aquellas personas que estuvieron presentes en este camino del aprendizaje y que de una u otra forma nos ofrecieron su apoyo.

A nuestra tutora.

Por ser apoyo y motivación que nos ha proporcionado, dejando una huella en nuestra mente y en nuestros corazones; gracias por sus indicaciones, instrucciones, y sugerencias, que han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo de graduación.

También gracias a todos los maestr@s que nos otorgado sus conocimientos a través de la formación, que hemos recibido.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	9
IV. JUSTIFICACIÓN.	11
V. OBJETIVOS	13
VI. MARCO TEÓRICO	14
6.1 El ciclo económico.....	14
6.1.2 Características del ciclo económico.	14
6.1.3 Las fases del ciclo económico.....	15
6.2 Indicadores.	15
6.2.1 Tipos de indicadores.	16
6.2.2 Clasificación de los Indicadores cíclicos.....	16
6.2.3 Las estructuras del sector económico Latinoamericano, Centroamericano y Nacional para la construcción del indicador sintético IMAE.....	18
6.3 Conceptualización del IMAE.....	23
6.3.1 Usos de IMAE.	23
6.4 Número índice.	24
6.4.1 Propiedades de los números índices:.....	24
6.4.2 Índice de Laspeyres.....	25
6.4.3 Índice de Paasche.	25
6.4.4 Índice de Fisher.....	26
6.4.5 Índice de Edgeworth.	26
6.5 Metodología de cálculo del IMAE.....	26
6.5.1 Índice de volumen encadenado.	28
6.5.2 Técnicas de encadenamiento.....	28
6.5.3 Base móvil.	29
6.5.4 Índice de volumen base móvil:	30
6.5.5 Armonización del IMAE con el PIB trimestral.....	31
6.5.6 El proceso de cambio de base del IMAE de Nicaragua.	32
6.6 Definición de Procesos Aleatorios.	33
6.6.1 Proceso Estocástico y serie temporal.....	33
6.6.2 Características de un proceso estocástico.....	34

6.6.3 Procesos estocásticos estacionarios.	35
6.7 Proceso Ruido Blanco.	36
6.7.1 Camino Aleatorio.....	37
6.8 Definición de serie de tiempo.....	37
6.8.1 Componentes de serie de tiempo.	37
6.9 Definición de modelo.	38
6.9.1 Método de las medias móviles.....	39
6.9.2 Modelos de Series Temporales.....	41
6.9.3 Modelos de regresión uniecuacionales.	42
6.9.4 Modelo ARIMA.	42
6.9.5 Proceso autorregresivo (AR).....	42
6.9.7 Proceso autorregresivo y de promedios móviles (ARMA).	43
6.9.8 Proceso autorregresivo integrado de promedios móviles (ARIMA).	44
VII. DISEÑO METODOLÓGICO	46
Fuente de información:.....	46
7.1 Cobertura y Ponderaciones.....	47
7.2 Etapas para la elaboración del modelo de Box-Jenkins: Identificación, Estimación, validación y Pronóstico.	48
VIII. RESULTADOS	50
IX. CONCLUSIONES	66
X. RECOMENDACIONES.....	68
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	69
XII. ANEXO	74

RESUMEN

En Nicaragua el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), es uno de los indicadores de corto plazo de mayor importancia para analizar la evolución de la economía. En esta investigación se realizan predicciones del IMAE para el periodo agosto-diciembre 2024, aplicando la metodología Box Jenkins (1970). Con datos mensuales del Banco Central Nicaragua se realiza esta investigación; en el periodo de enero 1994- julio 2024. El cálculo del IMAE, ha sido modificado en el tiempo, esto puede ser debido a la aplicación de políticas nacionales e internacionales que exigen una transformación en su cálculo. Por ello se han incluido mayores sectores de la economía, del año 1994 al 2011, eran 11 sectores de la economía y a la fecha son 17 sectores. En el año 2012 se observa que la serie tiene un crecimiento positivo, en el año 2018 y en el año 2020, decreció 0.03 y 0.01 respectivamente. En el año 2011 el test de Chow registra un cambio estructural en el nivel de la serie, en ese año la serie del IMAE decreció 0.44 posiblemente por el cambio de base, o podría darse al implemento de nuevas políticas en el cálculo del IMAE. Se estimaron dos modelos: SARIMA (2, 1, 2) (2, 1, 2), con un error de estimación porcentual absoluto medio (MAPE) de 3.275%, para la predicción; el segundo modelo estimado es SARIMA (1, 1, 2) (1, 1, 2), con un error de estimación porcentual absoluto medio (MAPE) de 2.174%. El IMAE alcanza el máximo valor de predicción en noviembre y diciembre con un 187.45 y 200.04 respectivamente

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas cuatro décadas, los indicadores sobre actividad económica se convirtieron en una de las herramientas utilizadas por los agentes económicos. Alrededor del mundo se utilizan los indicadores con el fin de conocer el estado actual de la economía y facilitar así la toma de decisiones. Estos indicadores son de prioridad porque permiten tomar decisiones de primera mano, en el desarrollo de las políticas públicas en los estados actuales de la economía. Esta tendencia generó que entidades estatales, privadas y académicas prestaran mayor interés al cálculo de dichos índices ante el importante rezago de las principales estadísticas económicas oficiales disponibles (Sierra, Collazos, Dominguez, & Alejandro, 2016).

En Nicaragua el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), es uno de los indicadores de corto plazo de mayor importancia para analizar la evolución de la actividad económica del país. Dentro de los objetivos del Banco Central de Nicaragua están la de compilar y publicar oportunamente las principales estadísticas trimestrales, macroeconómicas del país. Sin embargo, el IMAE se publica mensualmente (BCN, 2022)

El Banco Central de Nicaragua proporciona la información precisa y oportuna sobre el estado actual de la actividad económica, es un requisito importante para el proceso de formulación de las políticas públicas y gubernamentales. El cálculo del Índice Mensual de Actividad Económica ha sido modificado en el tiempo, por la aplicación de políticas nacionales o internacionales que exigen una transformación en su cálculo. Por ello se han incluido mayores sectores de la economía. De 1994 al 2011 el IMAE tenía 11 sectores, en el 2012 al 2013 había 14 sectores y del 2014 hasta la fecha tiene 17 componentes respectivamente. Actualmente son 17 sectores los que representan la economía nicaragüense.

Es necesario describir el comportamiento de la serie y construir un modelo de proyecciones de corto plazo del crecimiento económico que permita a las autoridades,

públicas sobre la actividad de forma oportuna, retro alimentando la toma decisiones con información o implementado las políticas macroeconómicas en Nicaragua.

En esta investigación se aplican los principios de series temporales en particular la metodología Box-Jenkins (1970) (Box G & Jenkins, 1970), con datos del Banco Central de Nicaragua (BCN), en el periodo enero 1994 – julio 2024. Esta metodología permite medir los cambios del IMAE y predecir su evolución temporal. Además, esta tesis estudiará las variaciones más importantes del IMAE.

II. ANTECEDENTES

En esta sección se presenta el contexto histórico de la Evolución de Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), que se desarrolla en esta monografía. El IMAE es un indicador de corto plazo de la actividad económica se ha venido gestando desde hace algunos años, en países de América del Sur y en Centro América.

En los países centroamericanos el IMAE se ha calculado en los Bancos Centrales y en la Contraloría General de la República de Panamá con el proyecto SIEC (Sistema de Indicadores Económicos de Coyuntura), promovido por el Consejo Monetario Centroamericano. Estas características se llevaron a cabo para mejorar el desempeño y ayudar a la toma de decisiones a las autoridades macroeconómicas, empresas y gubernamentales en el ciclo de la actividad económica y finalmente se presentan algunas perspectivas de escenario del Índice Mensual de Actividad Económica (INEC, 2004).

En Nicaragua, los primeros pasos para elaborar un Índice de Actividad Económica se dieron en 1988, cuando se construyó un IMAE utilizando indicadores para explicar la tendencia de la mayor parte de los sectores del PIB, excepto agricultura, minería y otros de menor peso en el valor agregado de la producción nacional (BCN, 1994)

A continuación, se presenta una síntesis histórica de la evolución del IMAE en Nicaragua en el contexto internacional.

Cuadro 1. Descripción histórica por país y año del cálculo del IMAE en América.

Año	Literatura	Descripción	País
1946	Arthur F. Burns, Wesley C. Mitchell	Los indicadores cíclicos inician a finales de la década de los 30 y a principios de los años 40, cuando el National Bureau of Economic Research (NBER) realizó la publicación del trabajo empírico (Arthur F. Burns, 1946), donde se proponía una lista de indicadores coincidentes, rezagados y adelantados del ciclo económico de Estados Unidos. La cronología de ciclo económico y la identificación de las series para llevar a cabo la clasificación se basaba en la observación de muchas series de tiempo con datos de diversas actividades.	Estados Unidos, (New. York)
1988	James H. Stock. Mark. Watson	El Índice de Indicadores Económicos coincidentes compilado actualmente por EE.UU. Departamento de Comercio, está diseñado para medir el estado de la actividad económica general. El índice se construye como un promedio ponderado de cuatro series de tiempo macroeconómicas clave, donde las ponderaciones se obtienen utilizando reglas que se atreven con los primeros días del análisis del ciclo económico (Stock & Watson, 1988).	Estados Unidos (Cambridge)
1977	INEI	En el año 1976, el INEI inició la publicación regular del documento “Informe Estadístico” con periodicidad trimestral, de carácter “Reservado” y destinado exclusivamente a los ministros de Estado. Este documento sintetizaba la dinámica coyuntural de las variables más importantes de la realidad nacional,	Perú (Lima)

		centrándose fundamentalmente en la producción del sector real, situación laboral y del empleo, Índice de Precios al Consumidor, Comercio Exterior y el Sistema Bancario consolidado. Desde 1977, el “Informe Estadístico” se puso a disposición del público en general, se incorporó además indicadores monetarios y financieros, elaborándose desde entonces un estimador del PBI de periodicidad trimestral. A partir de 1987 se mensualiza el cálculo del Índice de Producción Nacional, con año base 1979, se empleó en su estimación el uso de indicadores de cantidad y métodos indirectos de estimación (INEI, 2016).	
1983	Banco Central de Chile	Banco Central de Chile expresan que se inició en 1983 un proyecto orientado a la elaboración y publicación de una estimación mensual de la actividad económica con el objeto de facilitar el seguimiento periódico del sector real de la economía. El Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC) fue publicado por primera vez en 1986, cumpliendo con los objetivos para los cuales fue concebido. En la actualidad, constituye un indicador ampliamente utilizado para el seguimiento de coyuntura y la elaboración de proyecciones económica (Escandón, Gajardo, & Vanegas, Indicador Mensual, 2005).	Santiago de (Chile)
1991	Banco Central de Colombia	El Banco central de Colombia se construye un indicador mensual que estima de manera coincidente la evolución de la actividad económica del Valle del Cauca. El Indicador Mensual de Actividad Económica (IMAE), en su primera versión, fue hecho público en el primer trimestre de 2015 y comenzó a emplearse en el Boletín Económico Regional del Banco de la República (2015) para la región del	Colombia (Valle del Cauca)

		suroccidente colombiano. Su divulgación tuvo como objetivo suministrar una herramienta de análisis que permita observar con mayor precisión y prontitud el estado de la economía del Valle del Cauca, y proveer, además, una metodología que puede ser replicada en otras regiones de Colombia. (Pavel, Sierra, Dominguez, & Collazos, 2015)	
1992	Instituto Nacional Estadística	Los primeros lineamientos para el seguimiento al comportamiento de la economía en el corto plazo se iniciaron con la elaboración del IMAEB (Índice Mensual de Actividad Económica), y se consideraba la selección representativa de 10 ramas de actividad económica. Se establecen metodologías de cálculo por actividad económica, y se elaboran los primeros resultados del indicador, tiene como objetivo estimar la evolución temporal del ritmo de crecimiento mensual de la actividad económica nacional en el inmediato plazo, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones en el diseño y monitoreo de las Políticas Económicas de corto plazo.	Bolivia
1990	SECMCA	El Consejo Monetario Centroamericano (CMCA E. C.), A inicios de la década de los 90s, ha estado trabajando con los Bancos Centrales de la Región Centroamericana y la Contraloría General de la República de Panamá, en el desarrollo de un Sistema de Indicadores Económicos de Corto Plazo (SIEC), con el fin de dotar a la región de modernas técnicas estadísticas para el seguimiento de los fenómenos económicos más importantes de un país (producción, precios, empleo, base monetaria y otros).	Centroamérica

1991	BCCR	El IMAE del (BCCR, 2012), está disponible desde 1991, se construyen índices simples de volumen para cada una de ellas y se ponderan esos índices con el peso de cada actividad dentro del valor agregado de su industria. Las actividades y productos incluidos en cada indicador son seleccionados tomando en consideración su aporte al PIB y la disponibilidad de estadística básica. En los casos en que se realizan encuestas, fueron escogidos los establecimientos más representativos, lo que se determinó, sobre la base de su número de empleados o el valor de sus ventas.	Costa Rica
1995	Banco de Guatemala	En ese contexto, se compila el Producto Interno Bruto (PIB) a precios constantes y corrientes, con periodicidad anual y trimestral. Adicionalmente, el Banco Central ha venido elaborando y publicando el Índice Mensual de5 Actividad Económica (IMAE), cuyo fin es proporcionar una medida de la evolución de la actividad real de la economía en el corto plazo, el cual se ajusta a la metodología utilizada en las cuentas nacionales trimestrales y está compuesto por un conjunto heterogéneo de indicadores mensuales relacionados con la producción, las ventas, la estacionalidad u otras variables representativas de determinadas actividades económicas (Banco de Guatemala, 2013).	Guatemala
2006	Banco Central de Nicaragua	En Nicaragua, los primeros pasos para elaborar un Índice de Actividad Económica se dieron en 1988, cuando se construyó un IMAE utilizando indicadores indirectos para explicar la tendencia de la mayor parte de los	Nicaragua

		<p>sectores del PIB, excepto agricultura, minería y otros de menor peso en el valor agregado de la producción nacional. A partir de septiembre de 1998, el Banco Central de Nicaragua acepta la propuesta de la Secretaría del Consejo Monetario Centroamericano para establecer un Sistema de Indicadores Económicos de Corto Plazo (SIEC) que incluye la formación de una Base de Datos Económica y la construcción del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) (BCN, 2006). Se encomendó a las siguientes áreas para la construcción del IMAE; Unidad de Indicadores y Análisis Económico de la Gerencia de Estudios Económicos con el apoyo informático de la Gerencia de Desarrollo Organizacional y asistencia técnica del Consejo Monetario Centroamericano. En Nicaragua el cálculo del Índice Mensual de Actividad Económica ha sido modificado en el tiempo, por la aplicación de políticas nacionales e internacionales que exigen una transformación en su cálculo. Por ello se han incluido mayores sectores de la economía. De 1994 al 2011 tenía 11 sectores, en el 2012 al 2013 había 14 sectores y del 2014 hasta la fecha tiene 17 componentes que representan los sectores de la nicaragüense.</p>	
--	--	--	--

III. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

El Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), es un indicador coyuntura o de corto plazo que mide la actividad económica de una nación. Su importancia radica en su utilización para el análisis de la evolución de la macroeconomía del país. Las autoridades macroeconómicas, requieren contar con indicadores de alta frecuencia oportunas y confiables, que reflejen la evolución de la actividad económica. El indicador representa una extensión que complementa las estimaciones del PIB trimestral para el análisis de la coyuntura (Banco Central de Uruguay, 2023).

El objetivo principal de este indicador es anticipar en forma resumida las fluctuaciones de la actividad que señalan aquellas series económicas que históricamente se han adelantado al ciclo para determinar puntos de cambio en los ciclos económicos. Para lograr comprender la coyuntura y la eficacia de la política económica en función de las aceleraciones y desaceleraciones en la tasa de crecimiento económico.

En Nicaragua el Banco Central construye el IMAE, se presenta en ocasiones, el rezago en las publicaciones, a esto, es necesario construir un modelo de proyecciones de corto plazo del crecimiento económico que permita a las autoridades, empresas, inversionista y políticas macroeconómicas que tomen una mejor decisión para la economía del país. Específicamente, se desarrolla una herramienta que utiliza información coyuntural mensual que está disponible antes del lanzamiento del IMAE (BCN, 2006).

Son importantes las técnicas estadísticas en series económica, para realizar las predicciones del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), para estabilizar la economía y permite evaluar las variaciones de los sectores que componen el (IMAE) y elaborar las propuestas de política económicas del país.

Las componentes curriculares de Ingeniería Estadística necesitan enriquecerse de aplicaciones en el área de Estadísticas Económicas y Econometría. Ante la problemática de carecer de aplicaciones en el país; se realiza esta tesis que permitirá ser literatura de referencia para los estudiantes de Ingeniería Estadística, de las Ciencias Económicas, y/o carreras afines o interesados en el tema de índices e indicadores económicos, de corto plazo. En particular los que miden la actividad económica de Nicaragua.

Los índices, también son utilizados para medir la distribución de los ingresos, y la desigualdad de las distribuciones. Para fortalecer la aplicación de técnicas estadísticas de series temporales, se presenta un caso típico de la predicción de un indicador sintético como lo es el IMAE en Nicaragua. El estudio se realiza de enero 1994 a diciembre 2024.

IV. JUSTIFICACIÓN.

El Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), es un indicador que se ha convertido en una herramienta de uso extendido en la valoración de la coyuntura económica en diferentes países, especialmente en los Banco Centrales, en particular porque anticipa la dirección de la actividad económica, proporciona información relevante a los encargados de tomar decisiones de política económica, empresarios y a los agentes privados. Además, este tipo de indicadores proporcionan información adicional que permite complementar las proyecciones a corto plazo de la producción de actividad económica (Rivera, 2014).

El objetivo de estimar el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), es el de disponer de información en tiempo real sobre el estado de la economía de la nación. Los encargados de las políticas económicas, monetarias y gubernamentales llevan un proceso de toma de decisiones más eficientes al respecto en las inversiones, sobre el comportamiento de los puntos de giro del ciclo económico. Los cambios de tendencias son evidentes al analizar las variaciones de los sectores del IMAE, con ello se puede ajustar las fluctuaciones de la actividad económica del país. La importancia de esta información es para los agentes económicos que operan en los mercados, y apoyan sus decisiones en esta información, que al final repercuten o influyen en las variables económicas. Su impacto se evidencia ya sea incrementando la demanda de materias primas, expandiendo o contrayendo la producción, o realizando inversiones de bienes de capital. A través de sus decisiones económicas, los empresarios o políticas económicas se convierten en los protagonistas para el desarrollo del país (BCRD, 2015). Se realiza esta investigación haciendo uso de las herramientas estadísticas, aplicando técnicas de serie de tiempos para predecir la evolución del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), y sus variaciones anuales de los sectores del IMAE. Además, se describirán los sectores de mayor peso para el cálculo del IMAE.

Estos indicadores son de gran importancia para las instituciones, gubernamentales, empresas y políticas macroeconómicas, y así poder tomar decisiones oportunas y eficaces que faciliten crear una planificación o políticas, que contribuyen al avance de la economía del país. De ahí la importancia de que los profesionales en Ingeniería Estadística desarrollen capacidades en la construcción de índices e indicadores económicos y de distribución, y ofrezcan alternativas de análisis a las instituciones y tomadores de decisión.

V. OBJETIVOS

Objetivo general.

Predecir el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) en Nicaragua para el periodo de julio 2024 a diciembre 2024.

Objetivos específicos.

- ❖ Describir el comportamiento del Índice Mensual de Actividad Económica de enero 1994 hasta junio 2024.
- ❖ Calcular la tasa de variación porcentual anual del Índice Mensual de Actividad Económica en Nicaragua de enero 1994 hasta junio 2024.
- ❖ Analizar los sectores del Índice Mensual de Actividad Económica de Nicaragua.
- ❖ Estimar el modelo de predicción del Índice Mensual de Actividad Económica de Nicaragua aplicando la metodología de Box & Jenkins (1970), para el periodo 1994 a 2024.

VI. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta una revisión teórica-conceptual del ciclo económico, sus fases, y duración del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), Series Temporales, se exponen las diferentes estructuras utilizadas en los sectores a nivel mundial.

6.1 El ciclo económico.

“Los ciclos económicos son un tipo de fluctuaciones que se presentan en la actividad económica global de las naciones cuyo sistema productivo descansa en las empresas privadas: un ciclo consiste en expansiones que ocurren casi al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones similares, contracciones y recuperaciones, que se fusionan en una nueva etapa de expansión en un siguiente ciclo. La secuencia de cambios es recurrente pero no periódica; la duración de los ciclos económicos varía desde más de un año hasta diez o doce años; no se pueden dividir en ciclos más cortos de carácter similar con una amplitud que se aproxime a la suya” (Arthur F. Burns, 1946).

INEGI, (2012), expresa que los ciclos económicos son fluctuaciones en la actividad económica agregada del país, cuya economía está organizada en empresas de negocios. Un ciclo consiste en expansiones simultáneas en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones generales similares, contracciones y recuperaciones que se fusionan en una nueva etapa de expansión en un siguiente ciclo. La duración de un ciclo varía de más de un año a periodos de diez o doce años y no son divisibles en ciclos más cortos de características similares.

6.1.2 Características del ciclo económico.

En cuanto a las características más importantes del ciclo económico, (Mitchell, 1927). Él establece cuatro puntos clave:

1. Los ciclos económicos son las fluctuaciones de la actividad económica agregada.

2. Un ciclo consiste en expansiones simultáneas en la mayoría de las actividades económicas, seguido de recesiones generalizadas de forma similar.
3. Esta secuencia de cambios es recurrente, aunque no periódica.
4. No son divisibles en ciclos más cortos de magnitud y de carácter similares.

6.1.3 Las fases del ciclo económico.

Un ciclo económico está constituido por las siguientes fases: recuperación, expansión, auge, recesión y depresión.

- **Recuperación:** Fase del ciclo en que la economía está estancada o crece ligeramente.
- **Expansión:** Fase de mayor crecimiento económico.
- **Auge:** Fase en que el crecimiento económico empieza a mostrar señales de agotamiento.
- **Recesión:** La actividad económica se reduce. Conlleva una disminución del consumo, de la inversión y de la producción de bienes y servicios, lo cual provoca a su vez que se despidan trabajadores y por tanto, aumente el desempleo.
- **Depresión:** Cuando nos encontramos en una fase de recesión continua en el tiempo y sin previsión de mejora.

La duración del ciclo económico es algo muy debatido ya que raramente han tenido la misma temporalidad a lo largo de la evolución. En ocasiones se han dado las cinco fases en tan solo dos años y en otras ocasiones han pasado más de 10 años para ver todas las fases de forma continua.

6.2 Indicadores.

El sistema de Indicadores de la OCDE está diseñado para proporcionar señales anticipadas a los movimientos y particularmente, los puntos de quiebre del ciclo de actividad de los países miembros y de las regiones particulares de la (OCDE, 2014).

Los indicadores son elementales para evaluar, dar seguimiento y predecir tendencias de la situación de un país, un estado o una región en lo referente a su economía, sociedad, desarrollo humano, etc., así como para valorar el desempeño institucional encaminado a lograr las metas y objetivos fijados en cada uno de los ámbitos de acción de los programas del gobierno (Guillen, 2015).

6.2.1 Tipos de indicadores.

Indicadores cíclicos.

Los patrones observados de los ciclos económicos en diversos países, aquí presentamos las características generales de los indicadores en relación con el ciclo económico. En término de la dirección que toma cada indicador con respecto al ciclo, se agrupan en tres categorías:

Indicadores procíclicos:

Son los que se mueven en la misma dirección del ciclo económico. El PIB es un indicador procíclico.

Indicadores contracíclico: Se mueven en dirección contraria a la economía en general. El desempleo es un buen ejemplo de indicador contracíclico.

Indicadores acíclicos: Sus movimientos no están relacionadas con el ciclo económico.

6.2.2 Clasificación de los Indicadores cíclicos.

Coincidentes.

Son los que presentan un comportamiento sincrónico al ciclo económico de referencia, ratificando la evolución contemporánea de la actividad económica e incluso definiendo el ciclo.

Adelantados.

Son los que presentan un comportamiento anticipado respecto al ciclo económico de referencia, cuya bondad está en su carácter predictivo de los cambios coyunturales de la economía, y por tanto son los de mayor observación.

Rezagados.

Son los que muestran una trayectoria que reproduce la del producto, pero con rezagos. Su cambio de tendencia ocurre después de haberse iniciado una nueva fase en el ciclo económico. Además, los indicadores rezagados ayudan a confirmar los movimientos recientes en los indicadores adelantados y coincidentes, y así nos permiten distinguir los puntos de inflexión en estas series de los movimientos idiosincrásicos.

A continuación, describe la estructura del sector económico y sus subsectores de cada uno de los países Latinoamericano, Centroamericano y Nacional, sus categorías económicas, empleados en la construcción del IMAE.

6.2.3 Las estructuras del sector económico Latinoamericano, Centroamericano y Nacional para la construcción del indicador sintético IMAE

Actividades	Subsectores.	Literatura	Países
1. Agropecuario-silvícola. 2. Pesca Extractiva. 3. Minera. 4. Industria manufactura Electricidad, Gas y Agua. 5. Construcción. 6. Comercio, Hoteles y restaurantes. 7. Transporte y comunicaciones. 8. Servicio financieros y empresariales. 9. Propiedad de vivienda. 10. Servicios sociales y personales. 11. Administración pública.	1.1 siembra de cultivos, hortalizas transadas Volúmenes de fruta mataderos de ganado mataderos de aves. 2.2Recepción de leche en plantas industriales. 3.3Venta de huevos en el Gran Santiago. 4.4Producción cobre. 5.5Venta de energía a distribuidoras 6.6Venta de gas natural. 7.7Venta de gas. 8.8 venta de agua. 9.9 Construcción Índice de despacho de cemento, y venta de materiales de construcción. 10.10 Empleo sectorial. 11.11 Avance presupuestario de obras.	Banco Central de Chile, octubre 2005	Chile

1. Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. 2. Explotación de minas y canteras. 3. Industrias Manufactureras. 4. Suministro de electricidad, gas y agua. 5. Construcción. 6. Comercio, reparación, restaurantes y hoteles. 7. Transporte, almacenamiento y Comunicaciones. 8. Transporte, almacenamiento y Comunicaciones. 9. Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas.	1.1 Productos de café, productos agrícolas y Animales vivos, productos animales. 2.1 Carbón mineral, Petróleo crudo, gas natural y Minerales metálicos. 3.1 Aceites, grasas, cacao Productos lácteos Productos de molinería Productos de café y trilla Azúcar y panela Bebidas Producto de tabaco Hilazas e hilos Artículos textiles. 4.1 Energía eléctrica, Gas domiciliario y Agua, servicios de alcantarillado. 5.1 Trabajos de construcción edificaciones y obras civiles. 6.1 Servicios de reparación de automotores. 7.1 Servicios de alojamiento, comidas y bebidas. 8.1 Servicios de transporte Terrestre. 9.1 Servicios de transporte por vía aérea y Servicios de correos y telecomunicaciones. 10.1 Servicios de intermediación financiera, alquiler de Vivienda y servicios a las	Departamento Administrativo Nacional de Estadística, agosto 2016.	Colombia (Bogotá).
---	--	---	---------------------------

10. Actividades de servicios sociales, comunales y personales.	empresas.		
1 Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura. 2 Pesca. 3 Explotación de Minas y Canteras. 4 Industrias Manufactureras. 5 Suministro de Electricidad, Gas y Agua 6 Construcción. 7 Comercio. 8 Hoteles y Restaurantes. 9 Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones. 10 Intermediación Financiera.	1.1 Granos Básicos. 1.2 Cultivo de Caña de Azúcar. 1.3 Cultivo de Palma Africana. 1.4 Cultivo de Café. 1.5 Cría de Ganado Vacuno. 1.6 Cultivo de Banano. 2.1 Cría de Peces en Granjas Piscícolas, Captura de Camarones y Langostas. 2.2 Extracción de Minerales. 2.3 Metálicos no Ferrosos. 3.1 Extracción de Minerales no Metálicos. 3.2 Matanza de Aves. 4.1 Preparación y Conservación de Carne y Productos Cárnicos. 4.2 Elaboración de Productos Lácteos. 4.3 Elaboración de Productos de Panadería. 5.1 Suministro de Electricidad, Gas, Vapor de	Banco Central de Honduras, (BCH), 2000	Honduras (Tegucigalpa)

11 Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler. 12 Administración Pública y Defensa; Planes de Seguridad Social de Afiliación Obligatoria. 13 Enseñanza. 14 Servicios Sociales y de Salud.	Agua y Agua Caliente. 5.2 Captación, Depuración y Distribución de Agua. 6.1 Restaurantes, Bares y Cantinas. 6.2 Servicios Postales y de Correos. 7.1 Telecomunicaciones. 8.1 Intermediación Monetaria y Otros 2. Tipos de Intermediación 9.1 Financiera. 10.1 Alquiler de Vivienda. 11.1 Servicios de Alquiler sin Operarios y Servicios Prestados a las Empresas. 12.1 Actividades de Cine, Radio, Televisión y Agencias de Noticias. 13.1 Actividades Deportivas y Otras 14.1 Actividades de Esparcimiento.		
1 Agricultura. 2 Pecuario. 3 Silvicultura, pesca y minas. 4 Manufactura. 5 Construcción.	1 Cultivo de café, caña de azúcar, granos básicos y agrícolas. 2 Cría de ganado vacuno y ganado, porcino y aves de corral. 3 Silvicultura, pesca y acuicultura,	Banco Central de Nicaragua, (BCN)	Nicaragua (Managua)

6 Energía y agua.	extracción de minas y canteras.		
7 Comercio.	4 Alimentos, bebidas, industria,		
8 Hoteles y restaurantes.	derivados de petróleo y no metálicos.		
9 Transporte y comunicación.	5 Índice de materiales de construcción.		
10 Financiero.	6 Energía y agua.		
11 Alquileres.	7 Índice de márgenes comerciales.		
12 Administración pública y defensa.	8 Índice de flujo de turistas.		
13 Enseñanza y salud.	9 Transporte y comunicaciones.		
14 Otras	10 Bancos comerciales.		
	11 Alquileres.		
	12 Servicios de administración de gobiernos y régimen de seguridad social.		
	13 Enseñanza y salud.		
	14 Otras actividades manufacturas y otros servicios.		

Las estructuras de los sectores del IMAE, es una necesidad primordial de todos los países, para garantizar su comparabilidad y para la toma de decisiones aceleradas o desaceleradas en la economía de un país. A continuación, se presentan los conceptos importantes en su definición, formas de cálculo y propiedades.

6.3 Conceptualización del IMAE.

Es un indicador que muestra la evolución de la actividad económica del país, con periodicidad mensual. Se define como un índice sintético mensual, cuyo objetivo es el de proporcionar una estimación de medición del comportamiento de la actividad económica en el corto plazo (INE, 1990)

El Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) se ha concebido como un indicador que permite dar seguimiento mensual a la actividad económica, a la vez que posibilita analizar la fase del ciclo en que se encuentra la economía. Las variaciones de la producción proporcionadas por el IMAE no reflejan necesariamente el crecimiento anual del Producto Interno Bruto (PIB), no obstante, el IMAE permite identificar momentos de aceleración, desaceleración o recesión en el corto plazo, ayudando a predecir la evolución del PIB anual (BCN, 2004).

El Consejo Monetario Centroamericano (CMCA), ha estado trabajando con los Bancos Centrales de la Región Centroamericana y la Contraloría General de la República de Panamá, en el desarrollo de un Sistema de Indicadores Económicos de Corto Plazo (SIEC), con el fin de dotar a la región de modernas técnicas estadísticas para el seguimiento de los fenómenos económicos más importantes de un país (producción, precios, empleo, base monetaria y otros) en períodos sub anuales.

Entre los sub-proyectos del (SIEC) se destacan: El Producto Interno Bruto Trimestral, la compilación trimestral en forma resumida de la Balanza de Pagos y las Finanzas Públicas y el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE).

6.3.1 Usos de IMAE.

Este indicador combina información de la producción de bienes y servicios de las principales actividades económicas, utilizando para ello un índice de cantidad tipo Laspeyres, ponderadas conforme a la importancia de cada una de las actividades en el año base. Es un instrumento que permite medir el crecimiento económico en el muy corto plazo y se utiliza para preparar diagnósticos y pronósticos de la actividad

económica, así como elaborar informes de coyuntura (BCN, 2004). Con el fin de tomar decisión en la macroeconomía de país, los empresarios, políticas económicas y economistas, para ver la evolución de actividad económica o el punto de inflexión en la economía, que el Banco Central de Nicaragua publica de manera oficial.

6.4 Número índice.

Un número índice es una medida estadística diseñada para poner de relieve cambios en una variable o en un grupo de variable relacionadas con respecto al tiempo, situaciones geográficas, ingresos, o cualquiera otra característica. Una colección de números índice para diferentes años, lugares, etc., se llama a veces una serie de índices. sirve para caracterizar la evolución de un fenómeno económico en al menos dos momentos en el tiempo (Lind, Marchal, & Wathen, 2015).

6.4.1 Propiedades de los números índices:

si p_a, p_b, p_c, \dots denotan los precios en los periodos a, b,..., respectivamente, tenemos las siguientes propiedades para las relaciones de precios asociadas. Las demostraciones son consecuencia inmediata de las definiciones.

1. **Propiedad identidad:** $P_{a/a} = 1$ Esto dice simplemente que la relación de precios para un periodo respecto de él mismo es 1, o sea 100%.

2. **Propiedades de inversión temporal:** $P_{a/a} p_{b/a} = 1$, o sea $P_{a/b} = 1/p_{b/a}$.

Esto afirma que, si dos periodos se intercambian, las correspondientes relaciones de precios son cada una la inversa.

3. **Propiedades** **cíclica** **o** **circular:**

$$P_{a/b} p_{b/a} p_{c/a} = 1, p_{a/b} p_{b/c} p_{c/d} p_{d/a} = 1, \text{etc.}$$

4. **Propiedades cíclicas (o circular) modificada:** $P_{a/c}, p_{a/b} p_{b/c} p_{c/d} = p_{a/d}$
etc. Esta propiedad se sigue directamente de las propiedades 2 y 3.

5. **proporcionalidad:** Si en el periodo actual todas las magnitudes sufren una variación proporcional, el numero índice debe quedar lógicamente afectado por esta variación.

Si los valores $X_{i,t}$ sufren una proporcional de orden K, de forma que los nuevos valores en el periodo t son.

$$X_{i,t}^I = x_{i,t} + kx_{i,t} = (1 + k)x_{i,t}$$

$$I_{0,t}^I = (1 + K)I_{0,t} = \frac{x_{i,t}^I}{x_{i,0}} = \frac{(1 + k)x_{i,t}}{x_{i,0}}$$

El BCN tiene en la metodología del cálculo del IMAE las siguientes definiciones e índices a utilizar para el cálculo (BCN, 2006).

6.4.2 Índice de Laspeyres.

El índice de precios de Laspeyres utiliza como coeficientes de ponderación el valor de las transacciones en el período base. En economía entendemos por valor el producto del precio por la cantidad $V_{i0} = p_{i0} * q_{i0}$. Luego si en la expresión que es el índice complejo sin ponderar introducimos estos coeficientes de ponderación $w_i = p_{i0} * q_{i0}$ para cada componente tendremos.

$$P_L = \frac{\sum_{i=1}^N P_{it} P_{i0}}{\sum_{i=1}^N P_{i0} Q_{i0}} * 100$$

El índice de precios de Laspeyres tiene la ventaja de que las ponderaciones $p_{i0} * q_{i0}$ del período base se mantienen fijas para todos los períodos considerados; pero por contra aparecer el inconveniente de que su representatividad disminuye a medida que nos alejamos de dicho período.

6.4.3 Índice de Paasche.

El índice de precios de Paasche utiliza como coeficientes de ponderación el producto de las cantidades consumidas en el período corriente valoradas a los precios del período base, es decir, $w_i = p_{i0} * q_{it}$.

A continuación, se presenta.

$$P_P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i^t q_i^t}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^t} = \left(\sum_{i=1}^n (p/p_i)^{-1} * s_i^i \right)^{-1}$$

6.4.4 Índice de Fisher.

Es simplemente la media geométrica de los dos anteriores, índices de Laspeyres y Paasche, lo cual se denota las siguientes.

$$\sqrt{\left(\frac{p_n}{p_0} \frac{q_n}{q_0} \right) \left(\frac{p_n}{p_n} \frac{q_n}{q_n} \right)}$$

6.4.5 Índice de Edgeworth.

Es la media agregativa ponderada de los índices simples de precios de cada artículo, utilizando como ponderación $w_i = q_{i0} + q_{it}$. Es decir, la suma de las cantidades consumidas, producidas o vendidas de cada artículo en el año base y en el corriente.

$$E_p = \frac{\sum w_i p_{it}}{\sum w_i p_{0t}} = \frac{\sum p_{it} (q_{it} + q_{i0})}{\sum p_{i0} (q_{it} + q_{i0})}$$

6.5 Metodología de cálculo del IMAE.

Uno de los aspectos más relevantes que sostiene la estructura de actualización del marco metodológico del IMAE marco a referencia 2006 = 100, es que se cambia el cálculo de un índice de base fija a uno de base móvil encadenado utilizado en las cuentas nacionales trimestral y anual.

Para calcular el IMAE se utiliza un índice de cantidad de ponderaciones fijas tipo Laspeyres, el cual relaciona los factores de ponderación con las cantidades del año base y las cantidades del período bajo análisis, a continuación, se presenta:

Fórmula del IMAE:

$$IMAE = \sum \left(\frac{O_{it}}{\hat{O}_{t-0}} * W_{i0} \right)$$

Presenta:

O_{it} = Volumen de producción mensual en el año t.

\hat{O}_{t-0} = Volumen promedio de producción mensual en el año base.

W_{i0} = Ponderación del valor agregado de la actividad en el año base.

- ✓ Se calcula un índice simple para cada indicador, después se compara el Volumen de producción del período t, respecto al Volumen de producción promedio del año de referencia o base (fija en el caso actual).
- ✓ Los índices simples son agregados multiplicándolos por su ponderador respectivo, para obtener índices compuestos para cada actividad.
- ✓ Estos índices por actividad son agregados multiplicándolos por su participación en el PIB obteniendo la serie originales del IMAE general.
- ✓ La construcción del índice se logra mediante la agregación ponderada de los índices de producción de bienes y servicios, con base 1994, conformando los índices mensuales de actividad económica, los cuales se integran para generar los índices por rama de actividad económica; estas se ponderan con el peso de cada actividad dentro del valor agregado correspondiente, su suma suma uno de los resultados cual es el IMAE original o total.

6.5.1 Índice de volumen encadenado.

Es un indicador que valora la producción de cada año a los precios del año anterior. Se refiere a una serie de volumen a la que se aplica un proceso de encadenamiento, su valor es el precio constante de base móvil, teniendo la bondad de actualizar las ponderaciones, esto supone una mejoría con relación a cómo se calculaba antes. Aunque cuando se encadena se pierde la actividad (INEC, 2023). Esta medición, se pueden aislar algunos factores, el objetivo es mantener siempre su valor del año base, es llamado índice de Laspeyres.

6.5.2 Técnicas de encadenamiento.

En el cálculo del IMAE tradicionalmente se ha utilizado el índice de cantidad tipo Laspeyres de base fija, el cual relaciona la ponderación del año base y las cantidades del período bajo análisis. A medida que transcurre el tiempo, estos indicadores dejan de captar los movimientos efectivos de los precios y los volúmenes implícitos en las ponderaciones, en especial si la evolución relativa de precios y volúmenes diverge respecto al año fijado como base, que es lo usual. Así, surge la opción de actualizar las bases de medición, procurando incorporar la evolución relativa de precios y volúmenes, para luego aplicar la técnica de encadenamiento; esto consiste en utilizar índices entre períodos consecutivos de tiempo, con estructuras de ponderación actualizadas, los que se utilizan como eslabones para generar series de tiempo consistentes referenciadas a un año determinado.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2023), de Panamá, señala que, para armar los eslabones o bases móviles, así como para aplicar el encadenamiento mensual o trimestral, es necesario precisar la técnica de encadenamiento anual que se empleará en dicho procedimiento. En el informe del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE,2006), se toma de referencia el manual del Fondo Monetario Internacional (FMI,2001), y señalan tres técnicas alternativas, haciendo alusión a los datos trimestrales, pero dada la homogenización con la frecuencia mensual estas técnicas también son válidas:

superposición anual, superposición de un trimestre (o un mes), y la técnica anual o variaciones respecto al mismo período del año anterior.

Dada la homogeneidad que se desea obtener con la metodología del PIB trimestral, en el cálculo del IMAE se aplicó la técnica de superposición anual. La utilización de esta técnica implica el cálculo de los datos de cada mes a precios promedios ponderados del año anterior, de tal forma que los factores de enlace sean los índices promedios anuales.

Dentro de las bondades que ofrece la actualización de las bases de medición y el correspondiente encadenamiento de las medidas de volumen, está el aumento de precisión en la medición del crecimiento económico al mantener actualizadas las estructuras de precios, por lo cual se disminuye las desviaciones que puedan producirse en la medida que se está más alejado del año de referencia. Por otra parte, el encadenamiento facilita los empalmes de las series cuando se realizan cambios de año base (BCN, 2022).

6.5.3 Base móvil.

Valores base móvil: El método de encadenamiento inicia con la construcción de los eslabones de corto plazo, que son los índices de base móvil. Para obtener estos índices, es necesario calcular previamente los valores base móvil o valores a precios promedios del año anterior; esto es, multiplicar las cantidades de cada mes por los precios promedios ponderados del año anterior. a base móvil significa.

$$CP_{q,y} \overline{y-1} = \sum \bar{p}_{i,y-1} * q_{i,q,y}$$

$$\bar{p}_{i,y-1} = \sum q_{i,q,y-1} * p_{i,q,y-1} / \sum q_{i,q,y-1}$$

$CP_{q,y} \overline{y-1}$: valor total en el mes q del año y medido a precios promedios del año y-1

$\bar{p}_{i,y-1}$: precio promedio aritmético, ponderado por las cantidades, del rubro i en los meses del año y-1:

$P_{i,q,y-1}$: precio del rubro i en el mes q del año y-1

$q_{i,q,y-1}$: cantidad del rubro i en el mes q del año y-1

$q_{i,q,y}$: cantidad del rubro i en el mes q del año y.

6.5.4 Índice de volumen base móvil:

Para lograr el índice de volumen mensual base móvil del tipo Laspeyres, se dividen los valores de base móvil entre el promedio mensual de los valores corrientes correspondiente al año anterior, es decir, cada eslabón tiene como período base el año anterior a su cálculo. El índice de base móvil recoge los cambios en los volúmenes, están valorados en mismos precios.

$$LQ_{\frac{y-1}{y-1} \rightarrow (q,y)y-1} = \frac{CP_{q,y} \frac{y-1}{y-1} / 1}{4} \sum_q V_{q,y-1}$$

$$= \sum_i \left(\frac{q_{i,q,y}}{\bar{q}_{i,y-1}} \right) * W_{i,y-1}$$

Donde:

$LQ_{\frac{y-1}{y-1} \rightarrow (q,y)y-1}$: índice de volumen Laspeyres del mes q del año y con el promedio del año y-1.

$V_{q,y-1}$: valor total a precios corrientes en el mes q del año y-1.

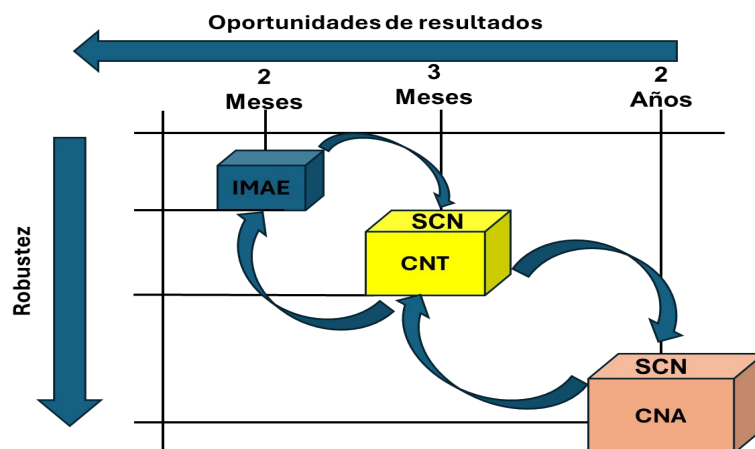
$W_{i,y-1}$: ponderación del período base o participación del rubro i en el valor total del período y-1 a precios corrientes.

El cálculo del volumen encadenado de una determinada variable depende de la periodicidad de la serie, anual, trimestral o como en nuestro caso mensual. En el caso de una serie mensual, el volumen encadenado resulta de multiplicar el valor encadenado del año anterior, por la razón entre el valor mensual en base móvil y el valor a precio corrientes del año anterior (ponderación).

6.5.5 Armonización del IMAE con el PIB trimestral.

La metodología de la armonización es una técnica que permite dar consistencia a la evolución de las series del IMAE con las series del PIB trimestral. Este procedimiento combina series de datos de alta frecuencia (indicadores básicos mensuales seleccionados) con series de datos de menor frecuencia (cifras trimestrales), con el objeto de que la sumatoria de las nuevas series mensuales del IMAE sean iguales que sus correspondientes series trimestrales (Banco de Guatemala, 2013).

Este procedimiento preserva al máximo los movimientos de los indicadores del IMAE, respetando la restricción de las cifras trimestrales del PIB. La técnica de desagregación temporal utilizada para armonizar el IMAE es el método proporcional de Denton, el cual minimiza las diferencias absolutas en los ajustes relativos de los datos mensuales, bajo la restricción de que la suma de los agregados mensuales sea igual a los datos trimestrales correspondientes. Cabe indicar que este método es el mismo que se utiliza en las CNT (Denton, 1971)



Fuente: Banco Central de Nicaragua, (BCN)

Con la aplicación de método de benchmarking se logra la transformación del objeto de medición del IMAE, al pasar de un indicador de producción medido a través de los indicadores mensuales, a la medición del valor agregado, que es la variable de referencia que ofrece las cuentas nacionales trimestrales y a la que se vinculan los indicadores mensuales.

6.5.6 El proceso de cambio de base del IMAE de Nicaragua.

En Nicaragua, el Índice mensual de Actividad Económica (IMAE), se calcula con el año de referencia 1994. comparando lo que se empleaba en el cálculo del IMAE y en las cuentas trimestrales. Esto permitió revelar aquellas actividades, productos o componentes para los cuales no se disponía de indicadores entre los tres sistemas, entre mensual y trimestral, entre trimestral y anual así mismo; y a ser la base del SCN 1994- actualizada en 2006, que es la base de las Cuentas Departamentales y las Cuentas Trimestrales, las cuales son insumos directos a nivel de fuentes de información para el cálculo del índice.

El BCN, (2006) expresa que el cálculo de IMAE en la actualización en 2006 se logró obtener un indicador para el total de las actividades económica que integran al PIB, esto a su vez trae como mejora las utilizaciones de los pesos relativos, ponderaciones logradas por la contabilidad anual. En el base 1994, no se disponía algunos indicadores, que se excluía las ponderaciones de actividades económicas, no representaba 100 por ciento del valor agregado del año base 1994. Se generó la agregación de los indicadores a grupos de actividades económicas, pasa de 11 en la base 1994 a 14 en la referencia 2006.

Las nuevas agregaciones de las actividades productivas se realizaron considerando inicialmente la recomendación del Clasificador Internacional Industrial Uniforme (CIIU), (CIIU, 2009). En la base 1994 se contaban con 56 indicadores de volumen para el seguimiento de 11 grupos de actividades. En la referencia 2006 de disponen de 197 indicadores, que se agregan en 39 actividades económicas, de acuerdo con la agrupación establecidas por la cuenta nacional y terminan en un agregado de 14 grupos de actividades para efecto del seguimiento del IMAE.

A continuación, se describen los conceptos que se utilizarán en el desarrollo de la metodología de series temporales univariantes.

6.6 Definición de Procesos Aleatorios.

Un proceso estocástico o aleatorio es una colección de variables aleatorias ordenadas en el tiempo. Si Y denota una variable aleatoria y es continua, se denota como $Y(t)$, pero si es discreta se expresa como Y_t . Existen procesos estocásticos estacionarios y no estacionarios. Un tipo de proceso estocástico que ha recibido gran atención y ha sido objeto de escrutinio por parte de los analistas de series de tiempo es el proceso estocástico estacionario. En términos generales, se dice que un proceso estocástico es estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende sólo de la distancia o rezago entre estos dos periodos, y no del tiempo en el cual se calculó la covarianza. Este proceso estocástico débilmente estacionario, estacionario covariante, estacionario de segundo orden o proceso estocástico en amplio sentido (Gujarati & Porter, 2010).

Gujarati & Porter, (2010), definen estacionariedad débil, sea Y_t una serie de tiempo estocástica con estas propiedades.

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

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

$$\text{Covarianza: } \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$$

Donde γ_k , la covarianza (o autocovarianza) en el rezago k , es la covarianza entre los valores de Y_t y Y_{t+k} , es decir, entre dos valores Y separados k periodos. Si $k = 0$, obtenemos γ_0 , que es simplemente la varianza.

6.6.1 Proceso Estocástico y serie temporal.

Un proceso estocástico es una familia de variables aleatorias que, en general, están relacionadas entre sí y siguen una ley de distribución conjunta. González Casimiro (2009), expresa esta definición como:

$$Y_t(\omega), t = \dots, t-2, t-1, t, t+1, t+2, \dots,$$

$$O \dots, Y_{t-2}, Y_{t-1}, Y_t, Y_{t+1}, Y_{t+2} \quad O \quad \{Y_t\}$$

$$-\text{infinito} + \text{infinito} \quad O \quad \text{simplemente } Y_t.$$

consideraremos únicamente secuencias de variables aleatorias ordenadas en el tiempo, pero no tiene por qué ser así. Se podría pensar, por ejemplo, en una ordenación de tipo espacial. Si se fija el tiempo, $t = t_0$, se tiene una variable aleatoria determinada de la secuencia, $Y_{t_0}(\omega)$, con su distribución de probabilidad univariante.

Si se fija la variable aleatoria $\omega = \omega_0$, se tiene una realización del proceso, es decir, una muestra de tamaño 1 del proceso formada por una muestra de tamaño 1 de cada una de las variables aleatorias que forman el proceso:

$$\dots y_{t-2}(\omega_0), y_{t-1}(\omega_0), y_t(\omega_0), y_{t+1}(\omega_0), y_{t+2}(\omega_0) \dots$$

$$y_{t-2}, y_{t-1}, y_t, y_{t+1}, y_{t+2} \dots$$

En el marco estadístico de los procesos estocásticos, una serie temporal, Y_1, Y_2, \dots, Y_T se puede interpretar como una realización muestral de un proceso estocástico que se observa únicamente para un número finito de periodos, $t = 1, 2, \dots, T$.

En este contexto, por lo tanto, una serie temporal es una sucesión de observaciones en la que cada una de ellas corresponde a una variable aleatoria distinta, y la ordenación de la sucesión de observaciones es esencial para el análisis de esta, no se puede alterar, porque se cambiarían las características de la serie que se quiere estudiar.

6.6.2 Características de un proceso estocástico.

Un proceso estocástico se puede caracterizar bien por su función de distribución o por sus momentos.

Función de distribución: es un proceso estocástico que es necesario para conocer las funciones de distribución univariantes de cada una de las variables aleatorias del

proceso, $F[Y_{t,i}], \forall t_i$, y las funciones bivariantes correspondientes a todo par de variables aleatorias del proceso, $F[Y_{t,i}, Y_{t,j}], \forall (t_i, t_j)$, y todas las funciones trivariantes.

Los momentos del proceso estocástico suele ser muy complejo de determinar. Las características de un proceso estocástico a través de su función de distribución. Regularmente es caracterizarlo a través de los dos primeros momentos.

El primer momento de un proceso estocástico viene dado por el conjunto de las medias de todas las variables aleatorias del proceso:

$$E(y_t) = \mu_t < \infty, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

El segundo momento centrado del proceso viene dado por el conjunto de las varianzas de todas las variables aleatorias del proceso y por las covarianzas entre todo par de variables aleatorias:

$$E(y_t) = E[Y_t - \mu_t]^2 = \sigma_t^2, < \infty, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

$$Cov(y_t, y_s) = E[Y_t - \mu_t][Y_s - \mu_s] = \gamma_{t,s}, \forall t, (t \neq s).$$

Si la distribución del proceso es normal y se conocen sus dos primeros momentos (medias, varianzas y covarianzas), el proceso está perfectamente caracterizado y se conoce su función de distribución.

6.6.3 Procesos estocásticos estacionarios.

En el análisis de series temporales el objetivo es utilizar la teoría de procesos estocásticos para determinar qué proceso estocástico ha sido capaz de generar la serie temporal bajo el estudio con el fin de caracterizar el comportamiento de la serie y predecir en el futuro. Si se quieren conseguir métodos de predicción consistentes, no se puede utilizar cualquier tipo de proceso estocástico,

sino que es necesario que la estructura probabilística del mismo sea estable en el tiempo.

La filosofía que subyace en la teoría de la predicción es siempre la misma: se aprende de las regularidades del comportamiento pasado de la serie y se proyectan hacia el futuro. Por lo tanto, es preciso que los procesos estocásticos generadores de las series temporales tengan algún tipo de estabilidad. Si, por el contrario, en cada momento de tiempo presentan un comportamiento diferente e inestable, no se pueden utilizar para predecir. A estas condiciones que se les impone a los procesos estocásticos para que sean estables para predecir, se les conoce como estacionariedad (González Casimiro, 2009).

6.7 Proceso Ruido Blanco.

El proceso estocástico más sencillo es el denominado Ruido Blanco que es una secuencia de variables aleatorias de media cero, varianza constante y covarianzas nulas. Se denotará habitualmente por: $a_t, t = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$,

$$E(a_t) = 0, \forall t, \quad V(a_t) = \sigma^2, \forall t$$

$Cov(a_t, a_s) = 0, \forall t \neq s$ Así, un proceso ruido blanco, $a_t \sim \text{RB}(0, \sigma^2)$, es estacionario si la varianza σ^2 es finita con función de autocovarianzas (FACV):

Se observa que la serie simulada oscila en torno a un nivel constante nulo con una dispersión constante y de forma aleatoria, sin ningún patrón de comportamiento, como corresponde a la ausencia de correlación en el tiempo entre sus observaciones. Dado que la característica fundamental de las series temporales es la dependencia temporal entre sus observaciones, por lo que no es de esperar que muchas series económicas presenten un comportamiento que responda a una ausencia de correlación temporal en el sentido de que lo que ocurre hoy no tiene relación lineal con lo sucedido en el pasado. De todas formas, el proceso ruido blanco es muy útil en el análisis de series temporales porque es la base para la construcción de los modelos ARIMA (p, d, q) (González Casimiro, 2009).

6.7.1 Camino Aleatorio.

Es camino aleatorio o camino al azar es un proceso estocástico, donde la primera diferencia de este proceso estocástico es un ruido blanco, esto es $\nabla x_t = \epsilon_t$. A nivelar la tendencia la serie.

6.8 Definición de serie de tiempo.

Una serie de tiempo es una secuencia de observaciones tomadas secuencialmente en el tiempo. Muchos conjuntos de datos aparecen como series de tiempo: una secuencia mensual de la cantidad de bienes enviados desde una fábrica, unas series semanales del número de accidentes de tráfico, precipitaciones diarias, observaciones horarias hecho sobre el rendimiento de un proceso químico, etc. El principal objetivo de una serie de tiempo, Y_t , donde $t = 1, 2, \dots, n$ es su análisis para hacer pronóstico (Box & Jenkins, 1970).

6.8.1 Componentes de serie de tiempo.

En una serie temporal existen cuatro tipos básicos de variación, los cuales sobrepuestos o actuando en concierto, contribuyen a los cambios observados en un período de tiempo y dan a la serie su aspecto errático. Estas cuatro componentes son: Tendencia secular, variación estacional, variación cíclica y variación irregular.

Componente tendencial o tendencia (T): Es una componente de la serie que refleja su evolución a largo plazo. En nuestro ejemplo la tendencia se obtendría teniendo en cuenta la evolución de las ventas a lo largo de todo el período de seis años. Esta componente puede ser de naturaleza estacionaria (se representaría por una recta paralela al eje de abscisas), de naturaleza lineal (creciente o decreciente), de naturaleza parabólica, de naturaleza exponencial, etc.

Componente cíclica (C): Es una componente de la serie que recoge las oscilaciones periódicas de amplitud superior a un año y se deben principalmente a la alternancia de etapas de prosperidad y depresión en la actividad económica. Cuanto mayor sea el período de un ciclo, mayor ha de ser el número de observaciones de la variable para que aquel sea reconocible.

Componente estacional (E): Es una componente de la serie que recoge las oscilaciones que se producen en períodos iguales o inferiores a un año y que se repiten de forma regular en los diferentes años. Si se considera el año como período marco o de repetición pueden observarse las fluctuaciones de la magnitud a lo largo de sus meses o de sus trimestres, cuatrimestres, etc. El origen de las variaciones estacionales (componente estacional) puede estar en factores físico-naturales como son las estaciones climatológicas o en factores culturales o de tradición: fiestas navideñas, vacaciones, horarios comerciales, etc.

Componente residual o irregular (R): Es una componente de la serie temporal que recoge las fluctuaciones erráticas que se dan por la ocurrencia de fenómenos imprevisibles (un pedido extraordinario en una empresa, una huelga, una catástrofe).

Una serie de tiempo tiene dos esquemas o descomposición clásica:

Aditivo: Los valores observados de cualquier serie temporal son el resultado de la suma de sus cuatro componentes: $Y_t = T_t + C_t + E_t + R_t$.

Esquema multiplicativo. Los valores observados de cualquier serie temporal son el resultado de la multiplicación de los cuatro componentes: $Y_t = T_t * C_t * E_t * R_t$.

6.9 Definición de modelo.

Un modelo para un proceso estocástico es cualquier conjunto de hipótesis bien definidos sobre las propiedades estadísticas de dichos procesos. En muchas ocasiones, las propiedades estadísticas sobre las que se plantea un modelo son la esperanza (incondicional o condicional) de cada componente de este.

Además, este planteamiento suele hacerse de formas indirectas, a través de alguna expresión matemática (explícita o implícita) para el componente genérico Y_t de proceso estocástico (Y_t) considerado, en lugar a través de alguna especificación directa de la forma de las esperanzas y de las covarianzas mencionadas (Mauricio, 2007).

6.9.1 Método de las medias móviles.

El modelo de medias móviles de orden finito q , $MA(q)$, es una aproximación natural al modelo lineal general (3.2). Se obtiene un modelo finito por el simple procedimiento de truncar el modelo de medias móviles de orden infinito:

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad a_t \sim RB(0, \sigma^2)$$

Para estudiar sus características, comenzaremos por el más sencillo, el modelo medio móvil de primer orden, $MA(1)$.

Proceso $MA(1)$.

El modelo $MA(1)$ determina el valor de Y en el momento t en función de la innovación contemporánea y su primer retardo:

$$Y_t = a_t - \theta a_{t-1} \quad a_t \sim RB(0, \sigma^2) \quad t = 1, 2, \dots$$

Los procesos de medias móviles se suelen denominar procesos de memoria corta, mientras que a los autorregresivos se les denomina procesos de memoria larga. Esto es debido a que, como se puede observar en la estructura de correlación temporal del modelo $MA(1)$ representada en el esquema siguiente, la perturbación a_t aparece en el sistema en el momento t e influye en Y_t e Y_{t+1} únicamente, por lo que su memoria es de un solo periodo (González Casimiro, 2009).

Vamos a comprobar si el modelo $MA(1)$ cumple las condiciones de estacionariedad para cualquier valor del parámetro θ .

Estacionario en media.

$$E(Y_t) = E(a_t - \theta a_{t-1}) = 0$$

Por tanto, el modelo MA (1) es estacionario en media para todo valor del parámetro θ .

Estacionario en covarianza:

$$\begin{aligned} \gamma_0 &= E(Y_t - E(Y_t))^2 = E(Y_t)^2 = E(a_t - \theta a_{t-1})^2 = \\ &= E(a_t)^2 + \theta^2 E(a_{t-1})^2 - 2\theta E(a_t a_{t-1}) = \sigma^2 + \theta^2 \sigma^2 - 0 \\ \gamma_0 &= (1 + \theta)^2 \sigma^2 < \infty \end{aligned}$$

Función de autocorrelación Simple y Parcial.

La auto covarianza de orden k ($k > 0$) de un proceso (Y_t) estacionario se presenta con el símbolo γ_k y se define como $\gamma_k = \text{cov}[Y_t, Y_{t+k}]$

Media:
$$\mu_Y = E[Y_t].$$

Varianza:
$$\sigma_Y^2 = \text{Var}[Y_t] = [(Y_t - \mu_Y)^2].$$

Autocovarianza orden k :
$$\gamma_K = \text{cov}[Y_t, Y_{t+k}] = [(Y_t - \mu_Y)(Y_{t+k} - \mu_Y)] \quad (k = 1, 2, \dots).$$

La autocorrelación de orden k de (Y_t) es la covarianza entre cualquier par de componentes de (Y_t) separados entre sí por un intervalo temporal o retardo $k > 0$ dado. Puede depender de k , pero no depende de los momentos concretos a los que se prefieran los componentes de (Y_t) considerados. Aunque se ha definido para cualquier $k > 0$, también definirse la auto covarianza de orden cero de un proceso (Y_t) estrictamente estacionario como $\gamma_0 = \text{cov}[Y_t, Y_t] = \text{Var}[Y_t]$ que las esperanza de (Y_t) (Mauricio, 2007).

La auto correlación simple: de orden k ($k > 0$) de un proceso (Y_t) estacionario se presenta con el símbolo (P_k) y se define como.

$$(P_k) = \frac{cov[Y_t, Y_{t+k}]}{var[Y_t]^{1/2} var[Y_{t+k}]^{1/2}} = \frac{y_k}{y_0}$$

Autocorrelación simple de orden K: $(P_k) = \frac{y_k}{y_0} (k = 1, 2, \dots); P_0 = 1$.

La autocorrelación simple de orden k de (Y_t) es el coeficiente de correlación lineal simple entre cualquier par de componentes de (Y_t) separados entre sí por un retardo k > 0 dado puede depender de k, pero no depende de los momentos concretos a los que se refieran los componentes de (Y_t) considerados.

La autocorrelación parcial de orden K ($K > 0$) de un proceso Y_t estacionario se presenta con el símbolo ϕ_{kk} y se define como el parámetro ϕ_{kk} en la regresión.

$$\hat{y}_t = \phi_{k1}\hat{y}_{t-1} + \phi_{k2}\hat{y}_{t-2} + \dots + \phi_{kk}\hat{y}_{t-k} + u_t, \quad \text{donde}$$

$\hat{y}_{t-i} = \hat{y}_{t-i} - u_y (i = 0, 1, \dots, k)$ y u_t es independiente de Y_{t-i} para todo $i \geq 1$. Por lo tanto, la autocorrelación parcial es una medida del grado de asociación lineal entre los componentes cualquiera de (Y_t) separados entre sí por un retardo $k \geq 1$ que no es debida a la posible correlación entre cada uno de ellos y todos los componentes (Y_t) que se encuentran entre ambos (Mauricio, 2007).

6.9.2 Modelos de Series Temporales.

El uso en el momento t de las observaciones disponibles de una serie temporal para pronosticar su valor en algún momento el tiempo futuro $t + l$ puede proporcionar una base para la planificación económica y empresarial, la producción, el control de inventario y producción, control y optimización de la actividad industrial. Para pronósticos generalmente se necesitan unos períodos conocidos como tiempo de entrega (Box & Jenkins, 1970).

6.9.3 Modelos de regresión uniecuacionales.

Para el plantear este tema, se tomará como ejemplo de un modelo de regresión uniecuacional, se considerará la función de demanda de automóviles. La teoría económica postula que la demanda de automóviles es función de sus precios, gasto en publicidad, ingreso del consumidor, tasa de interés (como medida del costo de endeudamiento) y otras variables relevantes (por ejemplo, tamaño de la familia o distancia al trabajo). A partir de las series de tiempo estimamos un modelo apropiado de demanda de automóviles (lineal, log-lineal o no lineal), el cual sirve para el pronóstico de la demanda en el futuro. Los errores de pronóstico aumentan rápidamente si se va demasiado lejos hacia el futuro (Gujarati & Porter, 2010).

6.9.4 Modelo ARIMA.

La publicación de G. P. E. Box y G. M. Jenkins Time Series Analysis: Forecasting and Control, (Box & Jenkins, 1970), marcó el comienzo de una nueva generación de herramientas de pronóstico. Popularmente conocida como metodología de Box-Jenkins (BJ), pero técnicamente conocida como metodología ARIMA. El interés de estos métodos de pronósticos no está en la construcción de modelos uniecuacionales o de ecuaciones simultáneas, sino en el análisis de las propiedades probabilísticas, o estocásticas, de las series de tiempo económicas por sí mismas según la filosofía de que los datos hablen por sí mismos. A diferencia de los modelos de regresión, en los cuales Y_t se explica por las k regresoras $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ en los modelos de series de tiempo del tipo BJ, Y_t se explica por valores pasados o rezagados de sí misma y por los términos de error estocásticos. Por esta razón, los modelos ARIMA reciben algunas veces el nombre de modelos ateóricos porque no se derivan de teoría económica alguna—, y las teorías económicas a menudo son la base de los modelos de ecuaciones simultáneas (Gujarati & Porter, 2010).

6.9.5 Proceso autorregresivo (AR).

Sea Y_t el logaritmo del PIB en el periodo t . Si se modela Y_t como.

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \mu_1$$

donde \bar{y} es la media de Y y u_t es un término de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante σ^2 (es decir, ruido blanco), se dice que, Y_t sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden, o AR (1), Y en el tiempo t depende de su valor en el periodo anterior y de un término aleatorio. Los valores de Y están expresados como desviaciones de su valor medio. En otras palabras, este modelo dice que el valor de pronóstico de Y en el periodo t es simplemente alguna proporción ($=\alpha_1$) de su valor en el periodo (t – 1) más un “choque” o perturbación aleatoria en el tiempo t; de nuevo, los valores de Y están expresados alrededor del valor de su media.

6.9.6 Proceso de medias móviles (MA).

El proceso AR recién expuesto no es el único mecanismo que pudo generar a Y. Suponga que hacemos un modelo de Y de la siguiente manera:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

donde μ es una constante y u_t , al igual que antes, es el término de error estocástico de ruido blanco. Aquí, Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado. Así, en este caso decimos que, Y sigue un proceso de promedios móviles de primer orden, o MA (1). Pero si Y sigue la expresión.

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2}$$

es un proceso MA (2). En forma más general,

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

es un proceso MA(q). En resumen, un proceso de promedios móviles es tan sólo una combinación lineal de términos de error de ruido blanco.

6.9.7 Proceso autorregresivo y de promedios móviles (ARMA).

Desde luego, es muy probable que tenga características de AR y de MA a la vez, y, por consiguiente, sea ARMA. Así, Y_t sigue un proceso ARMA (1, 1) si se escribe como.

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

porque hay un término autorregresivo y uno de promedios móviles. θ representa un término constante. En general, en un proceso ARMA (p, q), habrá p términos autorregresivos y q términos de promedios móviles.

6.9.8 Proceso autorregresivo integrado de promedios móviles (ARIMA).

Los modelos de series de tiempo analizados se basan en el supuesto de que las series de tiempo consideradas son (débilmente) estacionarias. En pocas palabras, la media y la varianza de una serie de tiempo débilmente estacionaria son constantes y su covarianza es invariante en el tiempo (Gujarati & Porter, 2010).

Sin embargo, que si una serie de tiempo es integrada de orden 1 [es decir, si es $I(1)$], sus primeras diferencias son $I(0)$, es decir, estacionarias. En forma similar, si una serie de tiempo es $I(2)$, sus segundas diferencias son $I(0)$. En general, si una serie de tiempo es $I(d)$, después de diferenciarla d veces se obtiene una serie $I(0)$.

Por consiguiente, si debemos diferenciar una serie de tiempo d veces para hacerla estacionaria y luego aplicarle el modelo ARMA (p, q), decimos que la serie de tiempo original es ARIMA (p,d, q), es decir, es una serie de tiempo autorregresiva integrada de promedios móviles, donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe diferenciarse para hacerse estacionaria y q el número de términos de promedios móviles. Así, una serie de tiempo ARIMA (2, 1, 2) tiene que diferenciarse una vez ($d = 1$) antes de que se haga estacionaria, y la serie de tiempo estacionaria (en primeras diferencias) puede modelarse como un proceso ARMA (2, 2), es decir, tiene dos términos AR y dos términos MA. Desde luego, si $d = 0$ (es decir, si para empezar la serie es estacionaria), $\text{ARIMA}(p, d = 0, q) = \text{ARMA}(p, q)$. Observe que un proceso ARIMA (p, 0, 0) significa un proceso estacionario AR(p) puro; un ARIMA (0,0, q) significa un proceso estacionario MA(q) puro. Con los valores de p, d y q sabemos de qué proceso se está haciendo el modelo.

El objetivo de BJ [(Box G & Jenkins, 1970)] es identificar y estimar un modelo estadístico que se interprete como generador de los datos muestrales. Entonces, si se va a pronosticar con este modelo estimado, debe suponerse que sus características son constantes a través del tiempo y, en particular, en periodos futuros. Así, la razón para requerir datos estacionarios es que todo modelo que se infiera a partir de estos datos pueda interpretarse como estacionario o estable en sí mismo, y proporcione, por consiguiente, una base válida para pronosticar (Gujarati & Porter, 2010).

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de investigación: El estudio tiene un enfoque cuantitativo, el alcance de la investigación es descriptiva correlacional, se presentan modelos de series temporales univariantes.

Variable de estudio: Índice Mensual de Actividad Económica de Nicaragua (IMAE).

Componentes del IMAE

- Energía y agua
- construcción
- Pecuario
- Comercio
- Transporte y comunicaciones

Periodo de estudio: enero 1994 hasta junio 2024.

Fuente de información:

Banco Central de Nicaragua (BCN) de enero 1994 hasta junio 2024.

La estructura de Índice mensual de Actividad Económica de Nicaragua.

Año base 2006=100

El IMAE se han actualizado las ponderaciones en su historia en: enero 1994 había 11 sectores, en la actualidad son 17 sectores de actividad económica en Nicaragua

Oportunidad. De 40 a 45 días luego de terminado el mes.

Unidad medida. Niveles del índice, tasa de variación interanual, tasa de variación promedio de lo que va del año.

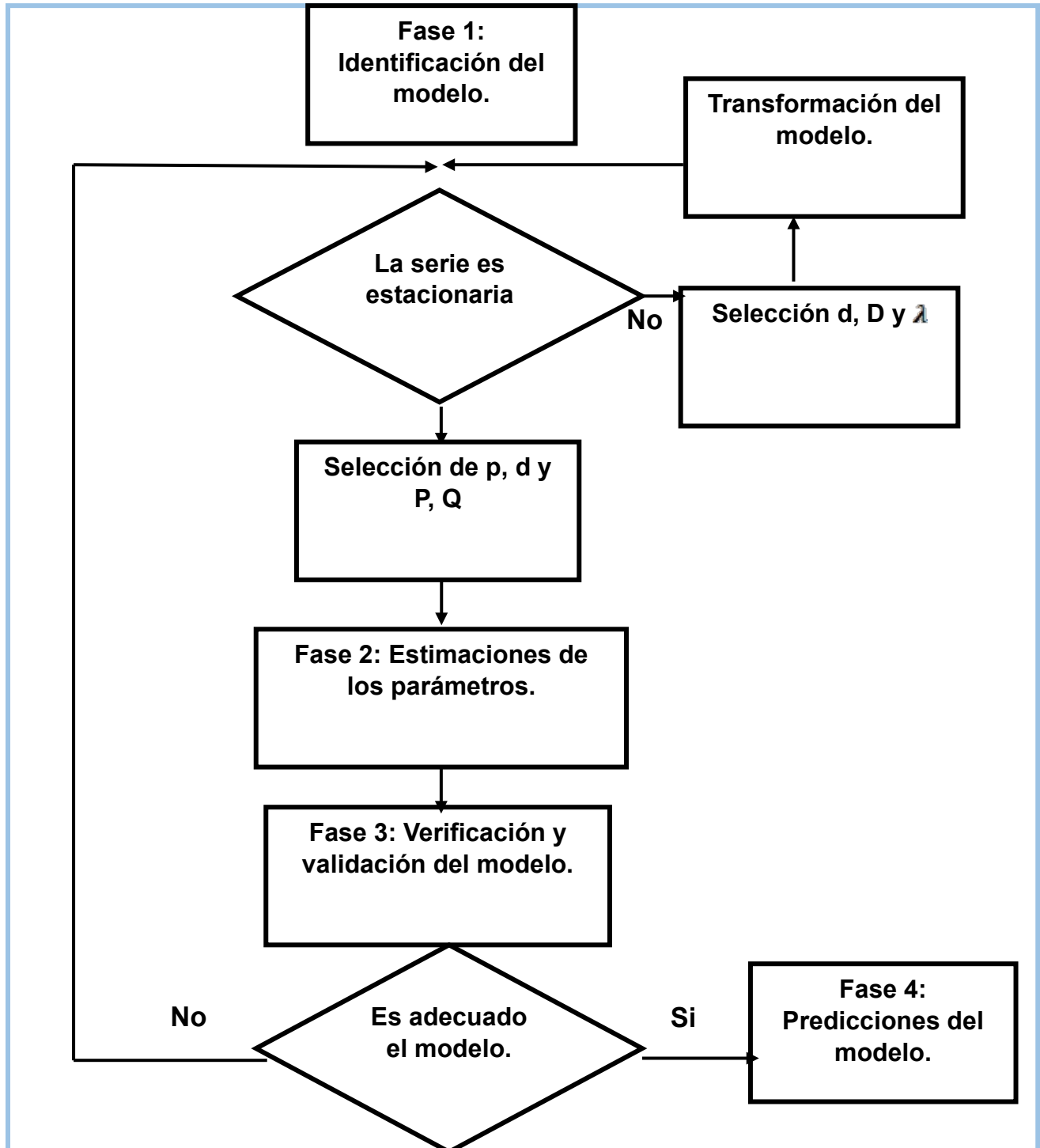
Fuente: BCN, 2006.

Técnicas econométricas y estadísticas: Se aplican técnicas de series temporales, utilizando la metodología (Box G & Jenkins, 1970)

7.1 Cobertura y Ponderaciones

La cobertura del IMAE está formada por los diferentes indicadores que monitorean el comportamiento de las diferentes actividades productivas que componen el PIB. La selección de los indicadores se hizo tomando en cuenta la factibilidad de su seguimiento mensual y la oportunidad de la información. En el IMAE se toman en cuenta 60 indicadores que le dan seguimiento a 11 actividades y 17 sub-actividades económicas de acuerdo con la clasificación CIU (CIU, 2009), de actividades y productos utilizada para la compilación de las cuentas nacionales base 1994.

7.2 Etapas para la elaboración del modelo de Box-Jenkins: Identificación, Estimación, validación y Pronóstico.



Fuente: Box & Jenkins (1970).

Softwares utilizados: Gretl, SPSS y Microsoft Office 365 para el procesamiento de los datos y para la predicción del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) de Nicaragua.

El objetivo del estudio es Predecir el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) en Nicaragua para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024, aplicando la metodología de Box y Jenkins (1970).

VIII. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados relevantes de la investigación. Se inicia describiendo el comportamiento promedio del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), por sectores, se explica el comportamiento de los sectores por meses, se describe el comportamiento de la serie en el periodo de estudio, se presenta un análisis de las variaciones en los niveles de la serie, y se concluye construyendo los modelos de predicción aplicando la metodología Box-Jenkins (1970).

8.1 Análisis descriptivo de las componentes del IMAE y la serie temporal del IMAE de Nicaragua.

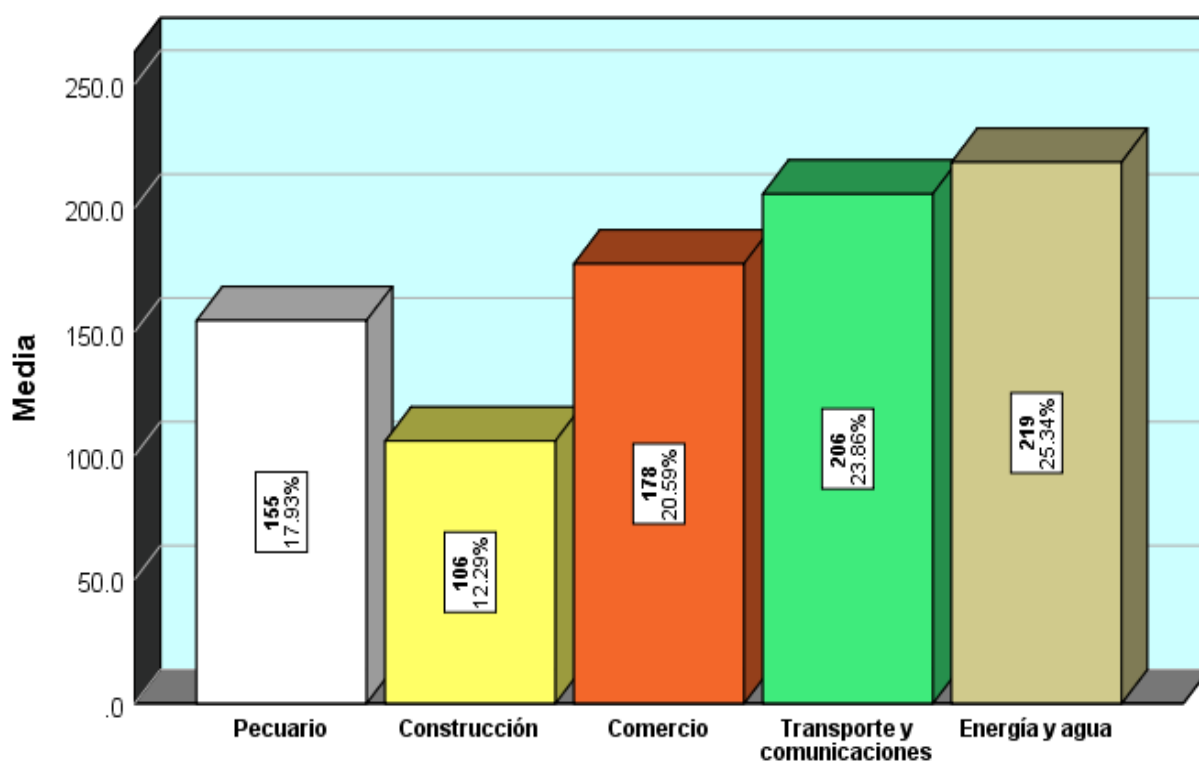


Figura 1. Promedio de los sectores del IMAE de Nicaragua en el periodo de estudio. (BCN, 1994- junio 2024)

En la Figura 1, se muestra el promedio agregado de todo el periodo de estudio, de los sectores del IMAE. Se describen los valores de los sectores de forma descendente, e indica que el sector de la energía y el agua tiene el mayor peso 25.35%, transporte y comunicaciones con 23.86%, sector del comercio se presenta con 20.59%, sector pecuario con 17.93%, y el sector de la construcción se presentó con 12.29%.

En la Figura 2 se muestra la distribución de los sectores por los meses del año y evolucionan de modo similar el promedio agregado de los sectores. El sector de Energía y agua es el de mayor frecuencia. En Nicaragua es posible alcanzar la generación de energía eléctrica hasta el 75% con técnicas renovables. El presidente ejecutivo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), Ingeniero Ernesto Martínez Tiffer señalo cual era la producción de energia y su cobertura en Nicaragua: “el 75% de generación eléctrica con recursos renovables y una cobertura de más del 98% en Nicaragua” (ENEL, 2024) (GEM, 2021).

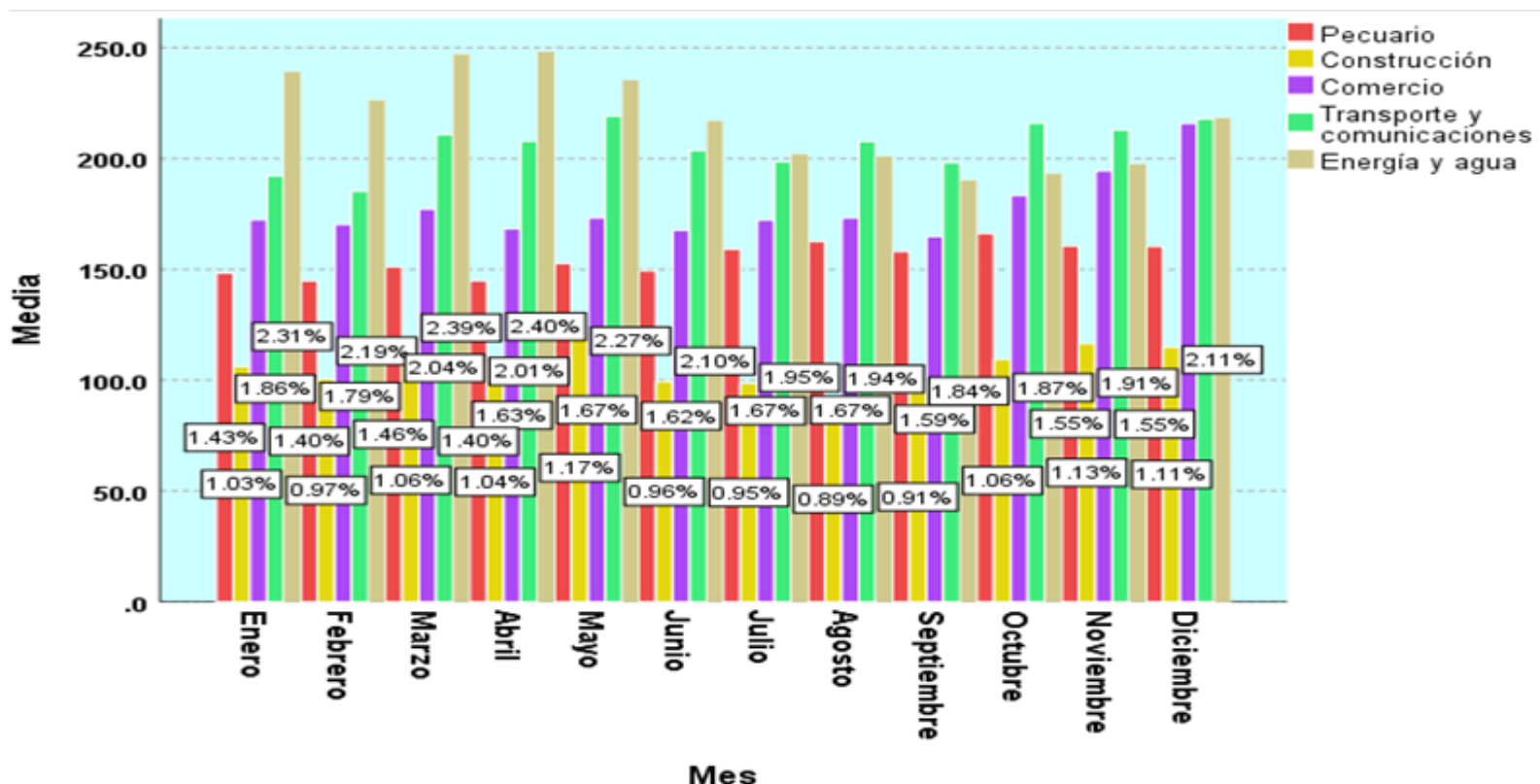


Figura 2. Evolución de los sectores del IMAE de Nicaragua por mes (BCN 1994-2024).

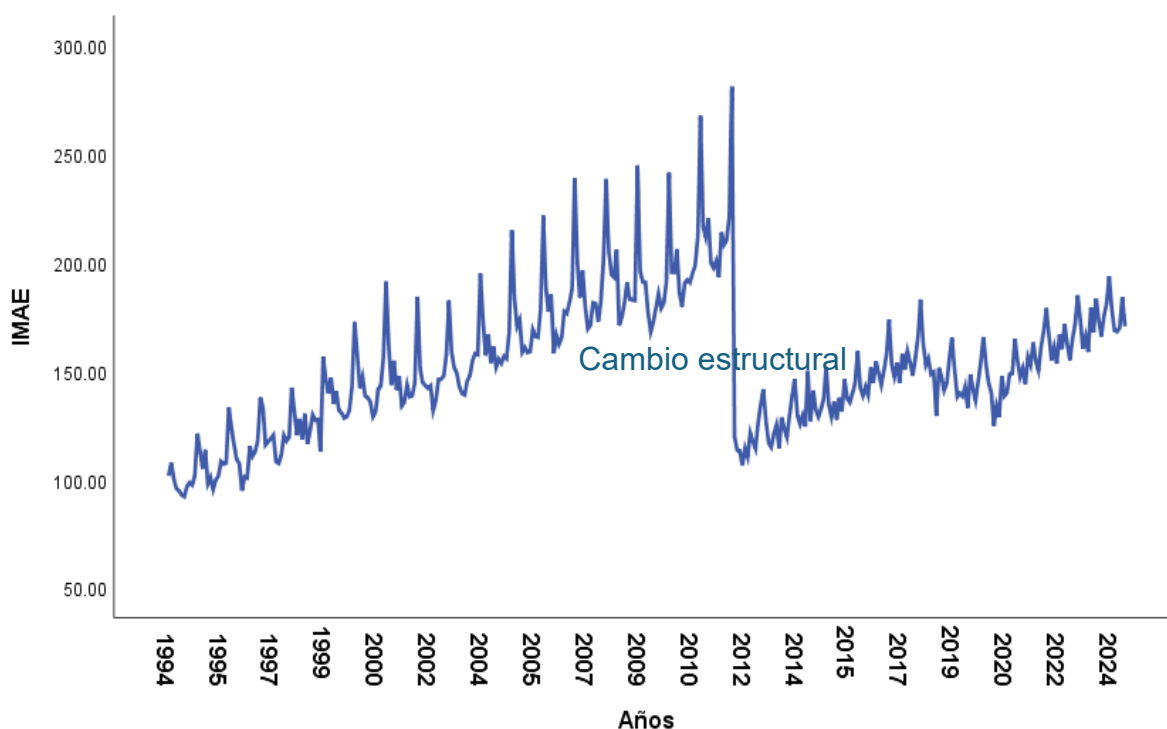


Figura 3. Distribución del IMAE en el periodo estudiado BCN, 1994- junio 2024

En la Figura 3 indica el comportamiento del IMAE en el periodo de estudio. En esta figura se muestra la componente estacional (doce meses) de la serie. Tiene una tendencia positiva. Se observa un salto en los niveles de la serie en el año 2011. En este año la serie del IMAE decreció 0.44 posiblemente por el cambio de base, o podría deberse a efectos de nuevas políticas en el cálculo del IMAE, agregando mayores variables a los sectores y/o se añadió un nuevo sector a la economía nicaragüense. En el año 2012 se observa que la serie tiene un crecimiento positivo, pero en el año 2018 y el año 2020, decreció 0.03 y 0.01 respectivamente.

Un gráfico box-plot (caja brazo) se construye en la Figura 4, este describe la evolución del IMAE por años, en este se evidencia claramente el salto de niveles que hay en el año 2011. Esto es debido a los nuevos reajustes de las variables que componen al IMAE. De 1994 al 2011 el IMAE incluía 11 sectores, del 2012 al 2013 constaba de 14 sectores y del 2014 hasta la fecha han ascendido a 17 componentes que representan a los sectores del IMAE en Nicaragua. El diagrama muestra una tendencia positiva en ambos cortes de los niveles de la serie del IMAE. Novales (1997) sugiere “el test Chow

se utiliza cuando el investigador sospecha que el modelo al que responde una parte de la prueba es diferente al que sigue el resto de la muestra.” (Novales Cinca, 1997).

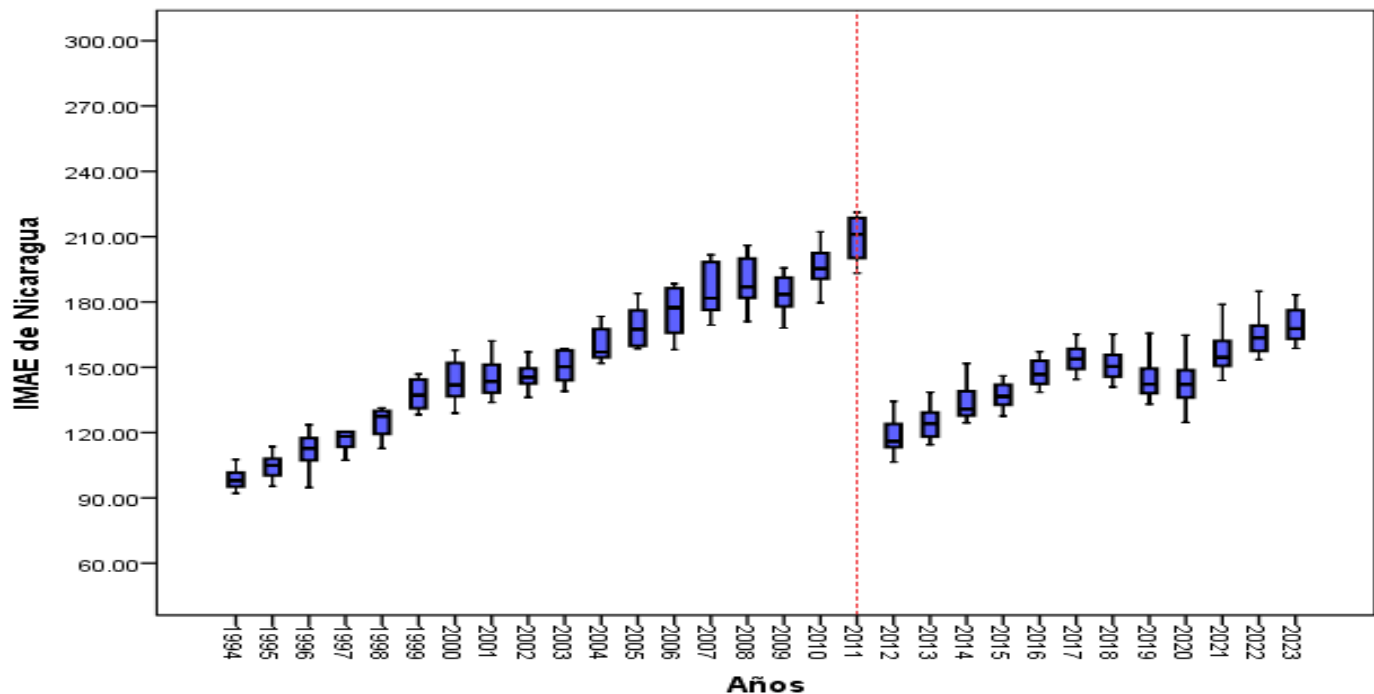


Figura 4: Diagrama de caja de la serie IMAE por años, en el periodo enero 1994 a junio 2024.

Para estudiar el salto en los niveles de la serie, y determinar si hay un cambio estructural se realiza el Test de Chow. Para ello se plantean las siguientes Hipótesis estadísticas, a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

H_0 = No hay cambio estructural

H_1 = Hay cambio estructural

El Contraste de Chow determina un cambio estructural en la observación 2011:12. Los estadísticos presentan los siguientes valores:

$F(1, 354) = P \text{ valor} = 0.0003$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula de la no existencia del cambio estructural al nivel de significación prefijado ($P \text{ valor} = 0.0003 < \alpha = 0.05$). La serie del IMAE presenta un cambio estructural. Novales y otros autores, sugieren que es más adecuado realizar un corte en la serie y analizar cada sección de modo independiente.

El comportamiento del IMAE, en la Figura 4 confirma que este tiene una tendencia positiva del año 1994 al 2011, en el año 2012 la serie decrece quizás por el cambio de base, teniendo una reducción de 0.44 en el nivel de la serie. También puede ser debido a efectos de nuevas políticas en el cálculo del IMAE, agregando mayores sectores de la economía nicaragüense a su cálculo. En el año 2013 se observa un crecimiento positivo, pero en el año 2018 y el año 2020, decreció 0.03 y 0.01 respectivamente.

Al graficar el IMAE por los meses del año, se muestra que diciembre tiene el mayor valor del IMAE, esto puede ser debido al efecto navidades. Junio es el que presenta el menor valor; posiblemente se deba a que ese mes que se contrae la economía, ya sea por efectos del niño o la niña. Con estos fenómenos pueden haber daños en las infraestructuras que inician su construcción y carecen de energía y agua o por el contrario se presentan inundaciones y reducen el número de construcciones, entre otras actividades económicas.

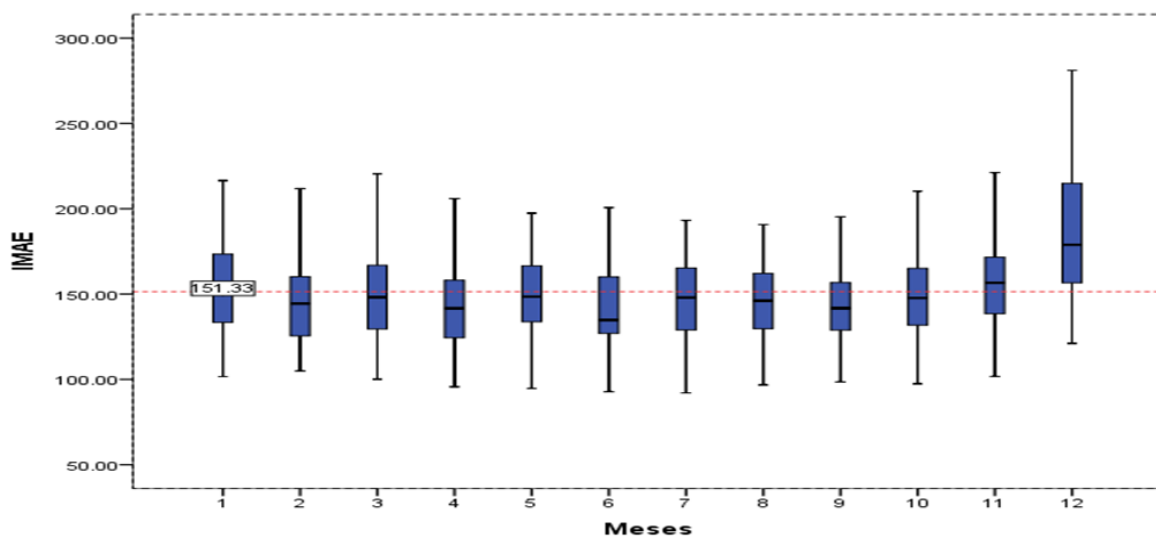


Figura 5: Comportamiento mensual del IMAE en Nicaragua. BCN 1994- junio 2024.

La metodología Box-Jenkins (1970), se utiliza para series estacionarias. La serie del IMAE, no es una serie estacionaria, porque: tiene tendencia, tiene una media y varianza que no es constante a lo largo del tiempo. Dada la serie Y_t (IMAE) al modelizar; se debe eliminar la tendencia y estabilizar la varianza. Para ello se debe determinar el grado de homogeneidad d ; es decir, el número de veces que debe diferenciarse la serie para producir una serie estacionaria. Para realizar esto, se usa el hecho de que la

función de auto correlación ρ_k para una serie estacionaria debe aproximarse a 0 conforme el desplazamiento k se vuelve grande. Para especificar d , primero se examina la función de autocorrelación de la serie original y_t y se determina si es estacionaria. Si no lo es, se diferencia la serie y se examina la función de autocorrelación para ΔY_t . Se repite este proceso hasta que se alcanza un valor para d tal que $\Delta^d Y_t$ sea estacionario, es decir la función de autocorrelación se dirige a 0 conforme k se vuelve grande.

Al determinar d , se puede trabajar con: la serie estacionaria $w_t = \Delta^d Y_t$ y se examina tanto la FAS y la FACP para determinar especificaciones posibles para p y q no significativos.

La síntesis del proceso es: eliminar la tendencia de la serie, se aplica la transformación de diferenciación. Con la serie en diferencias se busca como estabilizar la media y la varianza; con el fin de que la media y la varianza sean constantes en el tiempo y, la media sea cero, a lo largo del tiempo.

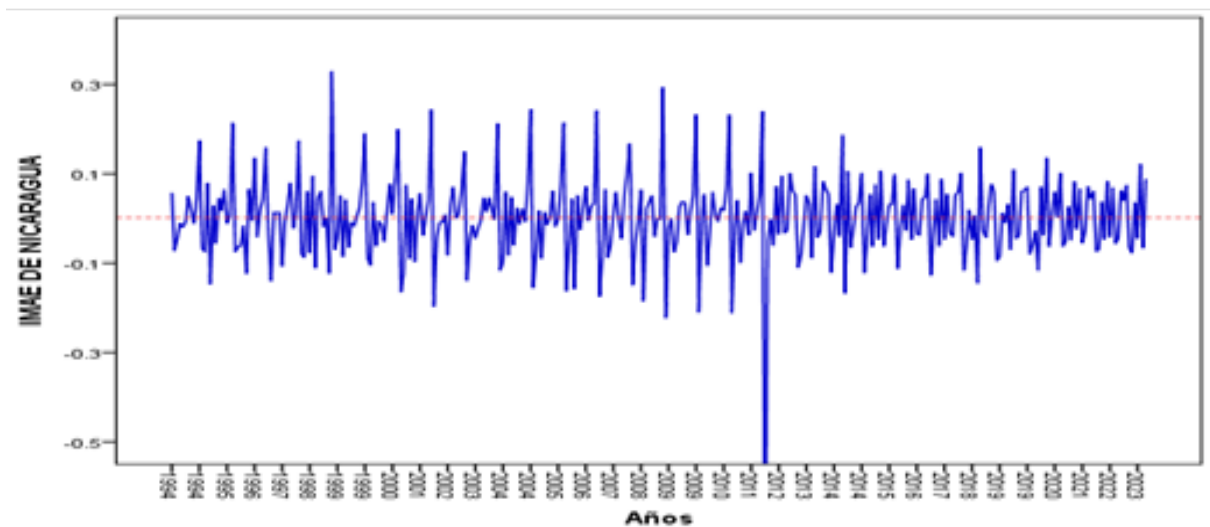


Figura 6. Serie del IMAE en diferencia regular. BCN 1994-junio 2024.

La Figura 6, presenta la serie del IMAE en diferencia regular y, se reafirma que se deben hacer estimaciones de dos series de modo independiente. La primera estimación se realizará de enero 1994 a diciembre 2011, la segunda estimación se realizará en la sección enero 2012 a junio 2024.

8.2 Estimaciones de los modelos aplicando la metodología Box-Jenkins Cuadro

Se realiza una diferenciación regular ($d=1$) y con esa transformación se obtiene una serie estacionaria. En la modelización se efectúa primero la parte regular y posteriormente se ajusta la parte estacional. Se inicia la modelización y el IMAE sigue en la parte regular orden de auto regresivo 2 ($p=2$), y medias móviles ($q=2$). En la componente estacional se efectúa una diferencia estacional ($D=1$), componente auto regresiva estacional 2 ($P=2$) y medias móviles estacionales 2 ($Q=2$). Por tanto, se ha estimado un modelo SARIMA ((2, 1, 2) (2, 1, 2)), como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estimación del modelo general SARIMA para el IMAE de Nicaragua. BCN enero1994- diciembre 2011

Serie a Modelizar IMAE	Componentes del modelo
Modelo1 (enero 1994- diciembre 2011)	SARIMA (2, 1, 2) (2, 1, 2)

Cuadro 2. Ajuste del modelo SARIMA (2, 1, 2) (2, 1, 2) para el IMAE de Nicaragua. BCN enero1994- diciembre 2011

Estadístico de ajuste	Media	Mínimo	Máximo	Percentil						
				5	10	25	50	75	90	95
R cuadrado-estacionaria	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506
R cuadrado	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966
RMSE	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602	6.602
MAPE	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275	3.275
MaxAPE	4.669	14.669	14.669	14.669	14.669	14.669	14.669	14.669	14.669	14.669
MAE	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
MaxAE	2.652	22.652	22.652	22.652	22.652	22.652	22.652	22.652	22.652	22.652
BIC normalizado	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01

Los estadísticos de ajustes se presentan en el Cuadro 2. El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), de un 3.275%. Por tanto, las estimaciones del modelo tienen un margen de error del 3.27%, y un valor pequeño de BIC normalizado de 4.010, indican que este modelo tiene un buen ajuste.

Cuadro 3. Estadísticos de ajuste y validación del modelo para el IMAE de Nicaragua. BCN enero1994- diciembre 2011.

Modelo1 (enero 1994- diciembre 2011)	Estadísticos de ajuste del modelo								Ljung-Box Q(18)			Número de valores atípicos
	R cuadrado estacionaria	R cuadrado	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	BIC normalizado	Estadísticos	GL	Sig.	
Series-Modelo_1	0.506	0.966	6.61	3.27	5.02	4.66	2.652	4.01	8.843	10	0.547	0

En el Cuadro 3 se valida el modelo estudiando el comportamiento de las autocorrelaciones de los residuos (errores) con el test de Ljung-Box (1978), es conocida también como prueba de Ljung-Box Q. Es una prueba estadística utilizada en el análisis de series temporales para evaluar la autocorrelación residual de un modelo. Esta prueba se aplica después de ajustar un modelo a los datos y tiene como objetivo verificar si los residuos del modelo son ruido blanco. Es decir, los errores o residuos son independientes y no autocorrelacionados. Esta prueba es utilizada ampliamente en la econometría y otras aplicaciones de análisis de series temporales.

La prueba de Ljung-Box, también conocida como prueba de Ljung-Box Q, es una prueba estadística utilizada en el análisis de series temporales para evaluar la autocorrelación residual de un modelo. Esta prueba se aplica después de ajustar un modelo a los datos y tiene como objetivo verificar si los residuos del modelo son ruido blanco, es decir, si son independientes y no están autocorrelacionados.

Las hipótesis estadísticas para la prueba de Ljung-Box, se contrastan con un nivel de significación $\alpha=0.05$:

H_0 : No hay autocorrelación residual en los residuos del modelo

H_1 : Existe autocorrelación residual en los residuos

La hipótesis nula de que los datos no están correlacionados se contrasta con la alternativa de que existe autocorrelación. La idea detrás de la prueba es acumular las autocorrelaciones en cada retraso individual en una estadística de prueba para probar la autocorrelación general en los datos. En el Cuadro 3 se observa que el valor de probabilidad del test es $P=0.547 > \alpha=0.05$. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, los residuos se comportan como ruido blanco. En consecuencia, el modelo es estacionario en la media y la varianza.

Al analizar la serie en la sección, enero 2012 a junio 2024, se confirma que tiene tendencia positiva, la media y varianza no son constante en el tiempo, además se evidencia la componente estacional. En la Figura 7 se presenta la Función de Auto Correlación Simple de los residuos (FAS residual) y la Función de Auto Correlación Parcial (FAP residual). La figura muestra que no hay errores significativos (los errores no superan los intervalos de confianza), y además se comportan de modo aleatorio, (los errores son ruido blanco).

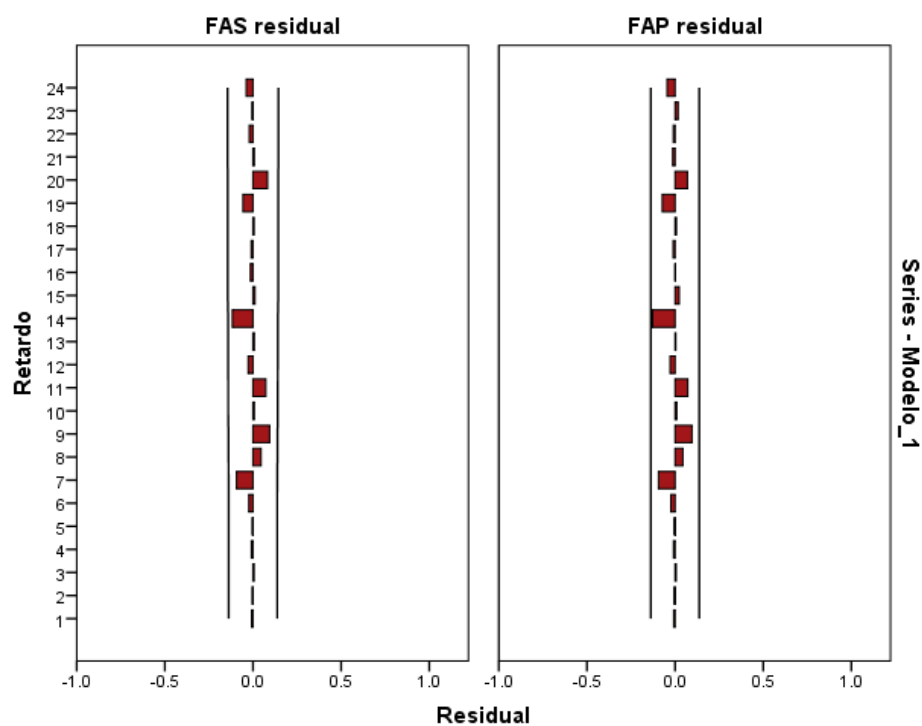


Figura 7. Correlograma: Función de Auto Correlación Simple de los residuos (FAS residual) y la Función de Auto Correlación Parcial (FAP residual) de los modelos estimados de la serie del IMAE de Nicaragua enero 1994 – diciembre 2012.

La estimación de las predicciones del Modelo 1 se señala en el Cuadro 4. Las mayores predicciones se presentan en diciembre con 283.55 y se encuentra en un intervalo de confianza del 95% el límite inferior es 266.42 y el máximo es 300.68. Esto puede ser debido por las fiestas navideñas y el menor valor se alcanza en el mes de mayo y julio, con un 205.65 y 208.9. En mayo inicia la época lluviosa, y posiblemente se vean afectados algunos sectores de la economía que forman parte de las componentes del IMAE.

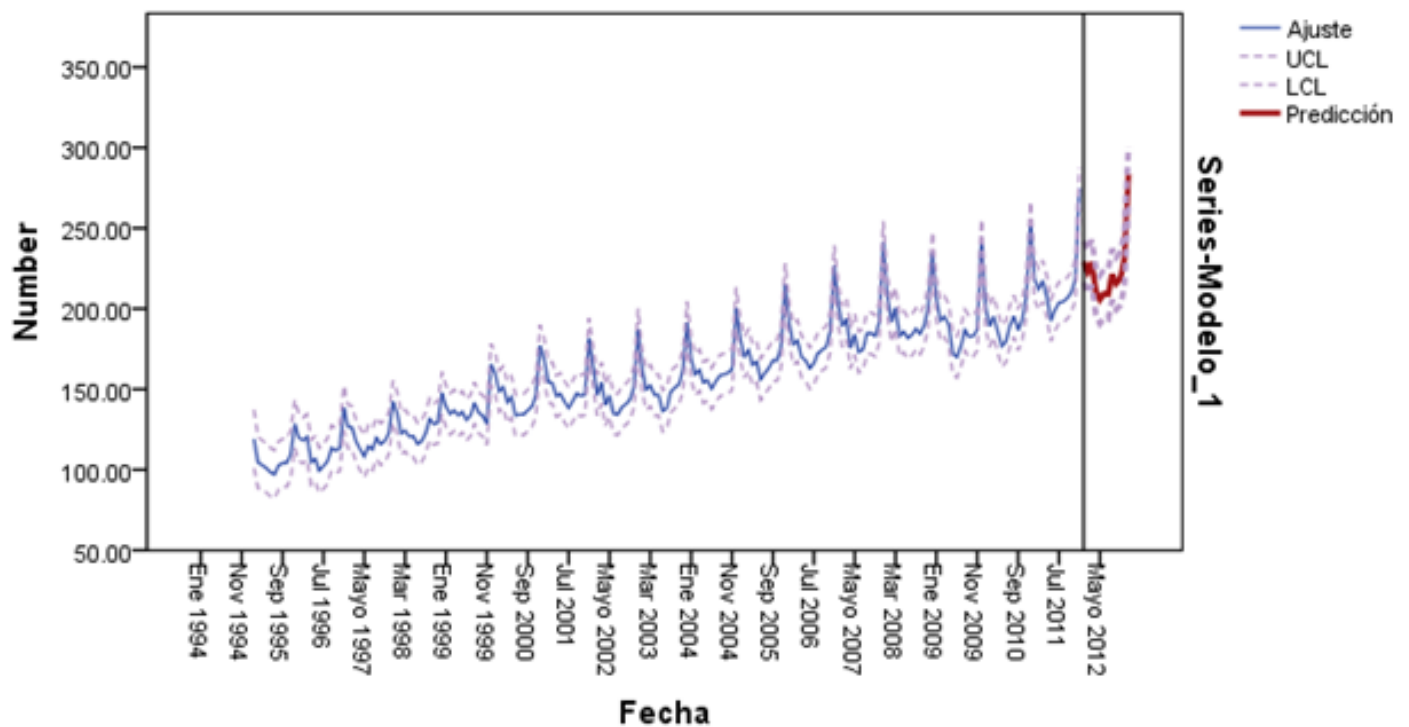


Figura 8. Predicciones del IMAE de Nicaragua enero 1994 hasta el año diciembre 2012.

Cuadro 4. Estimación de las predicciones para el IMAE de Nicaragua. Modelo 1 de enero 1994 hasta diciembre 2012.

Predicción del IMAE							
Modelo1 serie IMAE (enero 1994-diciembre 2011)		ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12
	Predicción	229.24	223.06	228.76	210.97	205.65	209.22
	UCL	242.06	236.47	242.86	225.5	220.57	224.5
	LCL	216.42	209.66	214.66	196.43	190.73	193.95
	Predicción del IMAE						
		jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12
	Predicción	208.91	221.3	215.75	218.73	230.36	283.55
	UCL	224.51	237.22	231.99	235.27	247.2	300.68
	LCL	193.3	205.37	199.52	202.19	213.52	266.42

En el Cuadro 5 se estima la serie que inicia en: enero 2012 y finaliza en junio 2024. Esta segunda sección de la serie tiene un orden, en la parte regular autor regresivo $p = 1$, diferencia $d = 1$, medias móviles $q = 2$. En la componente estacional: autor regresivo

Cuadro 5. Estimación del modelo general SARIMA para la serie del IMAE de Nicaragua. BCN enero 2012 - junio 2024.

Serie a Modelizar IMAE	Componentes del modelo
Modelo 2 (enero 2012- junio 2024)	SARIMA (1, 1, 2) (1, 1, 2)

Cuadro 6. Ajuste del modelo SARIMA (1, 1, 2) (1, 1, 2) para el IMAE de Nicaragua. BCN enero 2012 - junio 2024.

Estadístico de ajuste	Media	Mínimo	Máximo	Percentil						
				5	10	25	50	75	90	95
R cuadrado estacionaria	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347
R cuadrado	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
RMSE	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473	4.473
MAPE	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174
MaxAPE	3.026	13.026	13.026	13.026	13.026	13.026	13.026	13.026	13.026	13.026
MAE	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147
MaxAE	9.538	19.538	19.538	19.538	19.538	19.538	19.538	19.538	19.538	19.538
BIC normalizado	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247	3.247

En el cuadro 6, se muestran los estadísticos de ajustes del modelo, donde la media, máximo, mínimo y los percentiles, fueron estimados tomando como base los resultados. El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), de un 2.174%, esto nos indica que la estimación de este modelo tiene un 2.174% de error de las predicciones. Un BIC normalizado del 3.247, este valor señala que el Modelo 2 está bien especificado. El segundo modelo estimado de la serie del año enero 2012 hasta en diciembre 2024, tiene menor error de predicción con respecto al Modelo 1 (enero 1994-diciembre 2012), y está mejor especificado.

Cuadro 7. Estadísticos de ajuste y validación del modelo para el IMAE de Nicaragua. BCN enero1994- diciembre 2011.

Modelo 2 (enero2012- junio 2024)	Estadísticos de ajuste del modelo							Ljung-Box Q(18)			Número de valores atípicos
	R cuadrado estacionaria	R cuadrado	RMSE	MAPE	MAE	MaxAE	BIC normalizado	Estadísticos	GL	Sig.	
	0.347	0.93	4.473	2.174	3.147	9.538	3.247	7.038	12	0.855	0

En el Cuadro 7 se valida el modelo estudiando el comportamiento de las autocorrelaciones de los residuos (errores) con el test de Ljung-Box (1978). Con esta prueba estadística se evalúa las autocorrelaciones del modelo de serie temporal o sea se evalúan los residuos del modelo. El fin de la prueba es determinar si los residuos son ruido blanco. Es decir, los errores o residuos son independientes y no están autocorrelacionados. Esta prueba es utilizada ampliamente en la econometría y otras aplicaciones de análisis de series temporales.

La prueba de Ljung-Box, también conocida como prueba de Ljung-Box Q, es una prueba estadística utilizada en el análisis de series temporales para evaluar la autocorrelación residual de un modelo. Esta prueba se aplica después de ajustar un modelo a los datos y tiene como objetivo verificar si los residuos del modelo son ruido blanco, es decir, si son independientes y no auto correlacionados.

Las hipótesis estadísticas por contrastar para la prueba de Ljung-Box, se debe fijar la significación. En este caso se fijó a $\alpha=0.05$. Se escriben las hipótesis de la forma:

H_0 : No hay autocorrelación residual en los residuos del modelo

H_1 : Existe autocorrelación residual en los residuos

La hipótesis nula de que los datos no están correlacionados se contrasta con la alternativa de que existe autocorrelación. La idea detrás de la prueba es acumular las autocorrelaciones en cada retraso individual en una estadística de prueba para probar la autocorrelación general en los datos. En el Cuadro 7 se observa que el valor de probabilidad del test es $P=0.855 > \alpha=0.05$. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, los residuos se comportan como ruido blanco. En consecuencia, el modelo es estacionario en la media y la varianza.

En el cuadro 8, se pueden observar, las predicciones, las desviaciones típicas y los límites inferiores y superiores de los intervalos de confianza, del 95%. Los valores estimados son mayores en los meses de: noviembre y diciembre con un 187.45 y 200.04 respectivamente. Este puede ser efecto de las fiestas navideñas. Los menores valores se presentan en los meses de: agosto y septiembre con un 177.36 y 172.61 respectivamente. Es posible que el IMAE alcance un crecimiento promedio de 0.06 en el año 2024 con respecto al año 2023.

Cuadro 8. Valores de predicción de la serie IMAE de julio a diciembre 2024 de Nicaragua.

Para intervalos de confianza 95% $z(0.025) = 1.96$			
IMAE	Predicción	Desv. Típica	Intervalo de confianza 95%
2024:07:00	184.91	3.889	177.28 - 192.53
2024:08:00	177.36	4.746	168.06 - 186.66
2024:09:00	172.61	5.287	162.24 - 182.97
2024:10:00	180.82	5.702	169.65 - 192.00
2024:11:00	187.45	6.054	175.58 - 199.31
2024:12:00	200.04	6.372	187.55 - 212.53

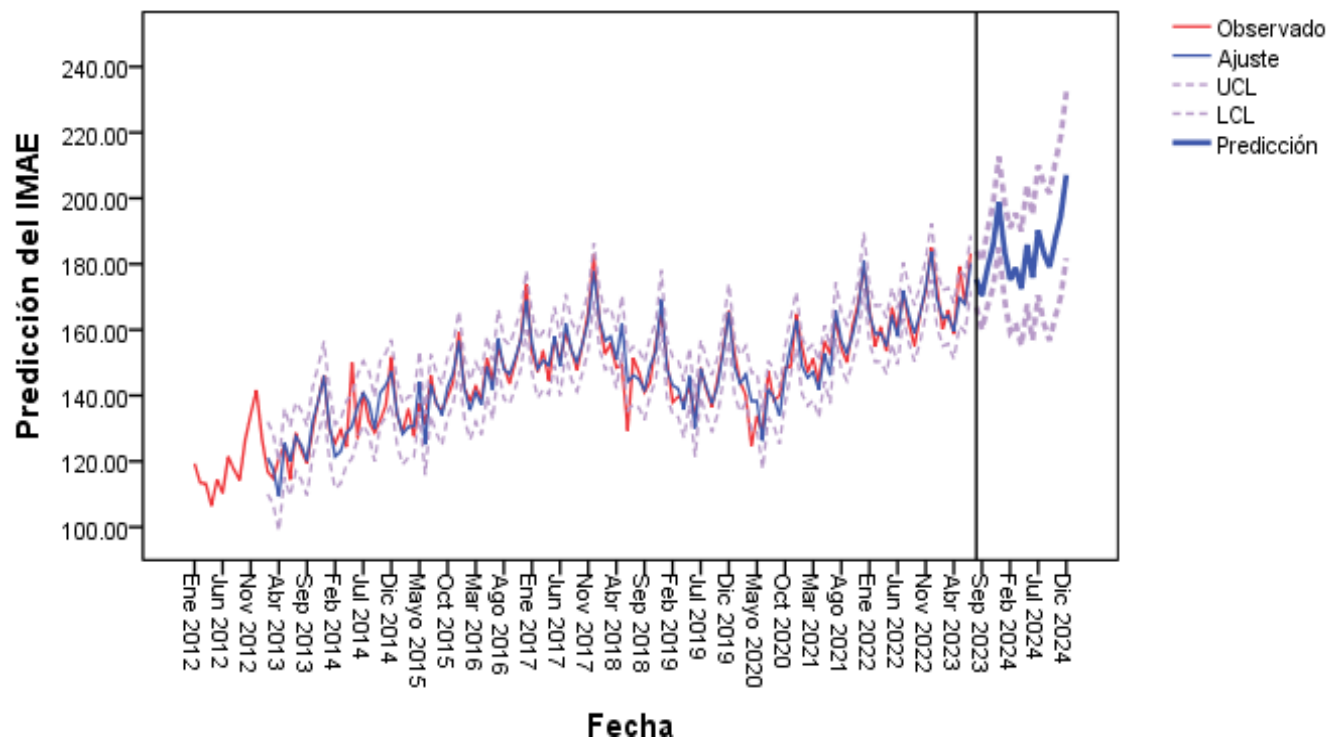


Figura 9. Predicciones del IMAE de Nicaragua julio 2024 hasta diciembre 2024.

El comportamiento de las predicciones de junio a diciembre 2024 se muestra en la Figura 9. Se pueden observar los intervalos de confianza del estimados del 95%. La tendencia de la serie siempre es positiva y en promedio se alcanzará un 0.06% de incremento promedio para el año 2024. se puede ver que las predicciones se comportan de manera ascendente a lo largo del periodo estimado. Se alcanza un creciente 0.06% con respecto al año anterior.

En la Figura 10 se presenta el correlograma de los valores de autocorrelación de los residuos, y estos no son significativos porque no superan los intervalos de confianza del 95%. Por tanto, los residuos son ruido blanco.

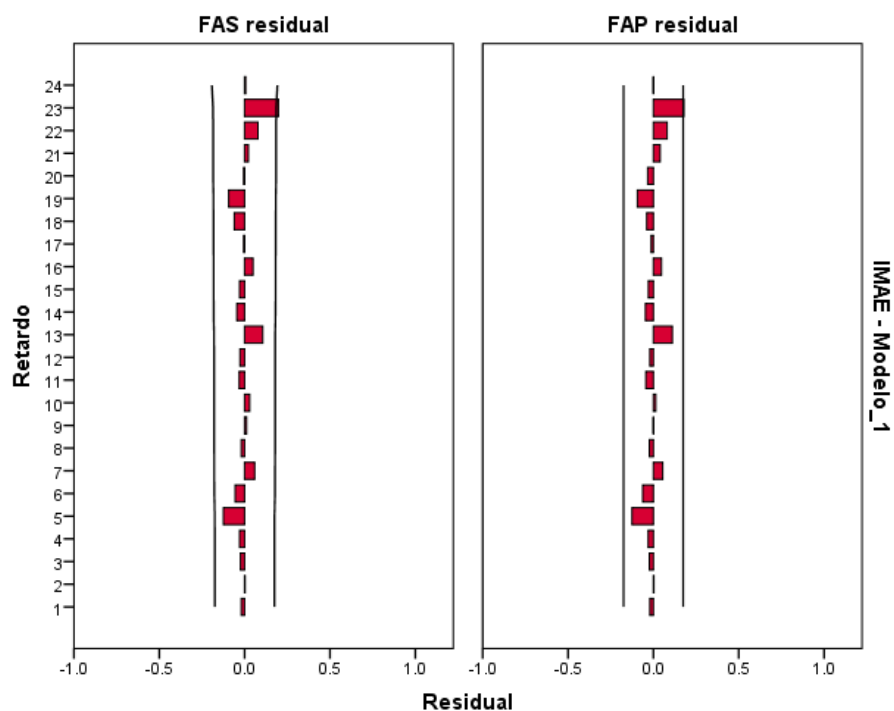


Figura 10. Correlograma: Función de Auto Correlación Simple de los residuos (FAS residual) y la Función de Auto Correlación Parcial (FAP residual) de los modelos estimados de la serie del IMAE de Nicaragua enero 2012 – diciembre 2024.

IX. CONCLUSIONES

- En Nicaragua el IMAE se construye con 17 sectores de actividad económica, el Banco Central de Nicaragua es el responsable de generar la información y disponerla en bases de datos para uso del público general.
- Los cinco sectores presentan mayores pesos en el cálculo del IMAE son: Energía y agua con un 25.34%, transporte y comunicaciones con un 23.86 comercio con 20.59 %, construcción con 12.29% y pecuario con un 17.93%. La mayor actividad económica es el sector de la energía y agua. En Nicaragua es posible alcanzar la generación de energía eléctrica hasta el 75% con técnicas renovables y una cobertura de más del 98% en Nicaragua.
- La tasa de interanual del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), tiene menor punto cuando alcanza en el año 2012, con un 44.34%, respecto año anterior. La tasa más alta fue en el año 1999 con un 10.12%. Desde el periodo del 2013 hasta 2017 eran ascendente, sin embargo, en el año 2018, 2019 y 2020 descendió un poco con un valor de un 3.65%, 3.83% y 1.23%.
- El mayor crecimiento de la Actividad Económica de Nicaragua se presenta en noviembre y en diciembre del 2010 y 2011; 267.58 y 281.12 respetivamente, y en el 2017 y 2022, 182.90 y 184.90. Este efecto es debido probablemente a las fiestas navideñas. Se estimaron dos modelos, debido al cambio estructural, expresado en el contraste de Chow. Por lo tanto, la serie se dividió, en dos periodos.
- La serie del IMAE en el periodo de estudio presentó un salto de niveles. Se realizó el test de Chow para determinar que el salto de nivel era un cambio estructural. Por tanto, se dividió la serie en dos submuestras y se estimaron dos modelos. El primer periodo por estudiar es del periodo enero 1994 a diciembre 2011 y 2012. El modelo estimado fue un SARIMA (2, 1, 2) (2, 1, 2), con un error de estimación porcentual absoluto medio (MAPE) 3,275%, para la predicción.

Este presenta un buen ajuste porque el BIC normalizado es de 4.010. El segundo modelo es SARIMA (1, 1, 2) (1, 1, 2), con un valor del error de estimación porcentual absoluto medio (MAPE) 2.174%. Un BIC normalizado del 3.247. El segundo modelo presentó mejores estimaciones que el primer modelo. Su error de estimación en las predicciones es menor y el ajuste es mejor porque el BIC normalizado es menor.

- Se realizó la prueba estadística de Ljung-Box Q, para el análisis de series temporales y validar autocorrelación residual de un modelo. La prueba se realizó después de ajustar un y se verificó que los residuos del modelo son ruido blanco, es decir, si son independientes y no auto correlacionados.
- El IMAE alcanza el máximo valor de predicción se presenta en noviembre y diciembre con un 187.45 y 200.04 respectivamente. Este puede ser efecto de las fiestas navideñas. Los menores valores se presentan en los meses de: agosto y septiembre con un 177.36 y 172.61 respectivamente. Es posible que el IMAE alcance un crecimiento promedio de 0.06 en el año 2024 con respecto al año 2023.

X. RECOMENDACIONES

- Se deben promover estudios con análisis cuantitativos y de predicción para promover la toma de decisión de políticas públicas con información científica.
- Es recomendable realizar estudios de naturaleza cuantitativa en las actividades docentes en el marco de la estructura del Sistema de Información Nacional propuesto por el gobierno de la República para estandarizar la generación, y análisis de datos a nivel centroamericano, latinoamericano y en las políticas propuestas por países donantes.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Arias, A. S. (Mayo de 2015). Ciclo económico. *Economipedia*.

Arthur F. Burns, W. C. (1946). *Measuring Business Cycles*. New York: National Bureau of Economic Research.

Banco Central de Nicaragua. (2006). *Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Managua: Banco Central de Nicaragua.

Banco Central de Uruguay. (2023). *El Indicador Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Montevideo: Banco Central de Uruguay.

Banco de Guatemala. (2013). *Índice Mensual de la Actividad*. Guatemala: Banco de Guatemala.

banguat. (2019). *Índice Mensual de la Actividad*. Guatemala: Banco de Guatemala.

Barquero Vega, L., & Munguía Martínez, I. (s.f.). *Identificando los ciclos económicos en Nicaragua*. Managua (Nicaragua): Banco Central de Nicaragua.

BCCR. (2012). *Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Costa Rica San Jose: BCCR.

BCN. (2004). *Indicadores Económicos*. Managua: BCN.

BCN. (2004). *Metodología para el calculo del Indice Mensual de Actividad*. Managua: Banco Central de Nicaragua.

BCN. (2006). *Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Managua: BCN.

BCN. (2006). *Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Managua Nicaragua: Banco Central de Nicaragua.

BCN. (2006). *Metodología para el cálculo del índice Mensual de Actividad Económica*. Managua: Banco Central de Nicaragua.

- BCN. (2022). *Índice Mensual de la Actividad Económica*. Managua: Banco Central de Nicaragua.
- BCN. (s.f.). Indicadores Económicos Mensuales. En M. P. Actividad. Obtenido de Indicadores Económicos Mensuales.
- BCN. (s.f.). *Índice Mensual de la Actividad Económica*. Obtenido de Índice Mensual de la Actividad Económica: <https://bcn.gob.ni/publicaciones/imaec>
- BCRD. (2015). *Predicción de la Actividad Económica a Partir de Indicadores de las Encuestas de Opinión Empresarial*. Republica Dominicana: Banco Central de la República Dominicana.
- Box , G. E., & Jenkins, G. (1970). *Time Series Analysis*. USA: Wiley.
- Box G, & Jenkins, G. (1970). *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden Day.
- Box, G., & Jenkins, G. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. *Holden-Day*.
- CIIU. (2009). *Informe Estadístico Clasificador Internacional Industrial Uniforme (CIIU)*. . Nueva York : Naciones Unidas.
- CMCA. (s.f.). *Índice Mensual de Actividad Económica*. Panama: INEC.
- CMCA, E. C. (s.f.). *Índice Mensual de Actividad Económica*. Panamá: INEC.
- CRUZ, L. I. (Septiembre de 2018 Mexico). Modelos de Pronosticos a corto plazo sobre Índice Mensual de Actividad Económica. (143).
- Cuitiño, F., Ganón, E., Tiscordio, I., & Vicente, L. (2010). *Modelos univariados de series de tiempo para predecir la inflación de*. Montevideo: Banco Central del Uruguay.
- Denton, F. T. (1971). Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals:an approach based on quadratic minimization". *Journal of the American Statistical Society*, 66(3333), 99-102.

- Duque Sandobal, H., Garizado, P. A., Lozano, G., & Gonzales, C. E. (Agosto de 2014). Metodología de Estimación del Indicador de Actividad Económica del Valle del Cauca.
- E. L., Arias, F., Adriana, L., & Munir, J. (2008). Cronología de los ciclos de negocios. *Redalyc.org*.
- ENEL. (2024). *Crecimiento en la generación y cobertura eléctrica en Nicaragua se debe a la sabia dirección del Gobierno Sandinista*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/>
- Escandón, A., Gajardo, P., & Vanegas, J. (Octubre de 2005). *Indicador Mensual*. Santiago de Chile.
- Escandón, A., Gajardo, P., & Venegas, J. (2005). *Serie de Estudios Económicos*. Chile: BancoChile.
- Garrido, F. A. (1990). Propuesta Metodológica. *Proyecto PIB Trimestral*.
- GEM. (2021). *Categoría:Perfiles energéticos: América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.gem.wiki/>
- González Casimiro, M. P. (2009). *Análisis de series temporales: Modelo Arima*. Vasco: UPV/EHU.
- Guatemala, B. d. (2019). *Índice Mensual de la Actividad Económica (IMAE)*. Panamá: banguat.
- Guillen, A. M. (2015). *Descripción y Uso de Indicadores de Crecimiento Económico*. México: International Journal of Good Conscience.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Mc Graw Hill.
- INE. (1990). *Índice Global de la Actividad Económica*. Sucre: Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2000). *Indicadores de*. España, Madrid: INE.
- INEC. (2004). *Metodología IMAE*. Panamá: Instituto Nacional de Estadística y Censo - Panamá.

- INEC. (2023). *Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)*. Panama: Instituto Nacional de Estadística y Censo.
- inec.gob.pa. (2007). *Metodología IMAE*. ciudad de panama: inec.
- INEGI. (2012). *Los Ciclo Económico*. Mexico: INEGI.
- INEI. (2016). *Metodología para el Cálculo del IMAE* . Lima Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2015). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGraw Hill.
- Macroeconómicas, D. d. (2013). *Índice Mensual de la Actividad*. Guatemala: BANCO DE GUATEMALA.
- Mauricio, J. A. (2007). *Análisis de Series Temporales*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Mitchell, W. C. (Abril de 1927). Wesley Mitchell and the Study of Business Cycles. 7.
- Moreno, E. S. (2007). Predicción con series de tiempo . *Estadístico de la Universidad Nacional*.
- Novales Cinca, A. (1997). *Estadística y Econometría* (Vol. 17(2)). México: McGraw Hill.
- Números Índices. (s.f.). En *Números índices* (pág. 23). Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- OCDE. (2014). *Indicadores Adelantados de la OCDE*.
- Pavel, A., Sierra, P. L., Dominguez, J., & Collazos, J. (2015). Indicador mensual de actividad económica (IMAE) para el.
- Peña, D. (2010). *Análisis de series temporales*. Madrid: Alianza Editorial.
- R. Spiegel, M. (1997). *Estadística*. Madrid: McGraw Hill.
- Rivera, C. C. (2014). Diseño de un indicador adelantado para la actividad economica. *EISSN: 2215-3403* (pág. N 46). Costa Rica: Economía y Sociedad.

Sarmiento, E. M. (s.f.). Predicción con series de tiempo .

Sierra, L. P., Collazos, J. A., Dominguez, J. S., & Alejandro, P. V. (2016). Indicators of Economic Activity. *A Review*.

Stock, J. H., & Watson, M. (1988). A Probability Model of the coincident Economic Indicators. *Noviembre*, 2772.

ULPGC. (s.f.). Series Temporales. En *Representación gráfica y componentes de Series Temporales* (pág. 176). Madrid: ULPGC.

XII. ANEXO

Datos de la serie en el periodo de estudio (BCN. 1994-junio 2024).

Año	Meses	IMAE	Año	IMAE
1994	Ene	101.6	2012	119.3
1994	Feb	107.6	2012	113.5
1994	Mar	100.1	2012	113.2
1994	Abr	95.7	2012	106.5
1994	May	94.7	2012	114.4
1994	Jun	92.8	2012	110.4
1994	Jul	92.1	2012	121.4
1994	Ago	96.8	2012	117.5
1994	Sep	98.5	2012	114.3
1994	Oct	97.4	2012	126.4
1994	Nov	101.7	2012	134.4
1994	Dic	121.1	2012	141.6
1995	Ene	113.2	2013	126.8
1995	Feb	105	2013	116.8
1995	Mar	113.6	2013	114.8
1995	Abr	98	2013	120.9
1995	May	100.9	2013	125
1995	Jun	95.4	2013	114.4
1995	Jul	99.8	2013	128.6
1995	Ago	101.5	2013	123.2
1995	Sep	108.3	2013	119.5
1995	Oct	107.1	2013	129.8

1995	Nov	107.6	2013	138.5
1996	Dic	133.2	2013	146.2
1996	Ene	123.6	2014	129.5
1996	Feb	116	2014	125.5
1996	Mar	109.1	2014	129.5
1996	Abr	107.3	2014	124.4
1996	May	94.8	2014	150
1996	Jun	101.2	2014	126.9
1996	Jul	100.7	2014	141
1996	Ago	115.3	2014	132.1
1996	Sep	110.6	2014	128.8
1996	Oct	112.7	2014	132.4
1996	Nov	117.5	2014	137
1996	Dic	137.7	2014	151.7
1997	Ene	133.4	2015	134.3
1997	Feb	115.9	2015	128.8
1997	Mar	117.4	2015	135.9
1997	Abr	118.8	2015	127.6
1997	May	120.4	2015	137.6
1997	Jun	108.2	2015	131.3
1997	Jul	107.4	2015	146.1
1997	Ago	111.1	2015	137.3
1997	Sep	120.3	2015	135.5
1997	Oct	117.7	2015	139.7
1997	Nov	119.5	2015	144.2

1997	Dic	142.3	2015	159.1
1998	Ene	131.4	2016	142.1
1998	Feb	120.4	2016	138.5
1998	Mar	127.9	2016	142.7
1998	Abr	118.4	2016	138.9
1998	May	130.2	2016	151.5
1998	Jun	116.5	2016	144.5
1998	Jul	122.1	2016	154.4
1998	Ago.	129.7	2016	149
1998	Sep.	127.3	2016	143.6
1998	Oct	127.5	2016	150.1
1998	Nov	112.7	2016	157.2
1998	Dic	156.6	2016	173.7
1999	Ene	146	2017	152.9
1999	Feb	139.6	2017	147.3
1999	Mar	146.9	2017	153.7
1999	Abr	134.8	2017	144.5
1999	May	140.6	2017	157.8
1999	Jun	131.8	2017	150.6
1999	Jul	130.6	2017	159
1999	Ago	128.3	2017	153.9
1999	Sep	128.9	2017	147.8
1999	Oct	131.8	2017	155.9
1999	Nov	142.7	2017	165.3
1999	Dic	172.6	2017	182.9

2000	Ene	157.8	2018	162.8
2000	Feb	142.1	2018	152.7
2000	Mar	147.3	2018	155.7
2000	Abr	138.5	2018	148.5
2000	May	137.7	2018	149.4
2000	Jun	135.7	2018	129.2
2000	Jul	128.9	2018	151.4
2000	Ago.	131.2	2018	147.2
2000	Sep.	141.7	2018	141
2000	Oct	143	2018	144.2
2000	Nov	156.6	2018	155.7
2000	Dic	191.2	2018	165.3
2001	Ene	162.1	2019	150.4
2001	Feb	143.5	2019	138
2001	Mar	154.7	2019	139.7
2001	Abr	141.3	2019	138.3
2001	May	147.6	2019	142.7
2001	Jun	133.9	2019	133
2001	Jul	135.7	2019	148.4
2001	Ago	143.5	2019	141.8
2001	Sep	138.1	2019	136.5
2001	Oct	138.6	2019	145.1
2001	Nov	144.4	2019	154.4
2001	Dic	184.2	2019	165.6
2002	Ene	151.2	2020	152.9

2002	Feb	144.6	2020	144.21
2002	Mar	143.2	2020	140.1
2002	Abr	142	2020	124.7
2002	May	143.1	2020	133.8
2002	Jun	131.8	2020	128.8
2002	Jul	136.2	2020	147.5
2002	Ago	146.1	2020	138.5
2002	Sep	146.2	2020	140
2002	Oct	147.7	2020	148.5
2002	Nov	157	2020	148.8
2002	Dic	182.4	2020	164.8
2003	Ene	158.7	2021	154.8
2003	Feb	151.4	2021	147.3
2003	Mar	149.1	2021	151.2
2003	Abr	142.6	2021	144
2003	May	139.6	2021	156.4
2003	Jun	139	2021	152.7
2003	Jul	145.5	2021	163.1
2003	Ago	147.8	2021	154.3
2003	Sep	154.9	2021	150.1
2003	Oct	158	2021	161.1
2003	Nov	157.5	2021	168.3
2003	Dic	194.8	2021	178.9
2004	Ene	173.4	2022	166.2
2004	Feb	157.2	2022	155

2004	Mar	166.9	2022	160.9
2004	Abr	153.7	2022	153.5
2004	May	161.2	2022	166.8
2004	Jun	151.8	2022	160
2004	Jul	155.4	2022	171.5
2004	Ago	153.5	2022	162.1
2004	Sep	156.8	2022	155
2004	Oct	155.7	2022	165
2004	Nov	168.2	2022	171.6
2004	Dic	214.8	2022	184.9
2005	Ene	183.9	2023	173.1
2005	Feb	170.5	2023	160.2
2005	Mar	173.5	2023	166
2005	Abr	158.6	2023	158.7
2005	May	160.8	2023	179.3
2005	Jun	158.5	2023	167.8
2005	Jul	158.9	2023	183.3
2005	Ago.	169	2023	173.3
2005	Sep.	165.9	2023	166
2005	Oct	165.5	2023	175.5
2005	Nov	178.8	2023	180.8
2005	Dic	221.6	2023	193.7
2006	Ene	188.4	2024	178.4
2006	Feb	177.3	2024	168.7
2006	Mar	185.2	2024	168.1

2006	Abr	158.1	2024	169.9
2006	May	166.5	2024	184.1
2006	Jun	162.3	2024	170.6
2006	Jul	165.2		
2006	Ago	177.4		
2006	Sep	176.5		
2006	Oct	181.5		
2006	Nov	187.5		
2006	Dic	238.7		
2007	Ene	200.4		
2007	Feb	183.9		
2007	Mar	196.3		
2007	Abr	179.9		
2007	May	169.4		
2007	Jun	171.1		
2007	Jul	181.4		
2007	Ago	181		
2007	Sep	172.9		
2007	Oct	182.1		
2007	Nov	201.7		
2007	Dic	238.5		
2008	Enero	205.42		
2008	Febrero	194.45		
2008	Marzo	193.19		
2008	Abril	205.91		
2008	Mayo	171.02		
2008	Junio	174.79		
2008	Julio	181.28		
2008	Agosto	190.68		
2008	Septiembre	183.06		
2008	Octubre	182.73		
2008	Noviembre	182.51		
2008	Diciembre	244.7		
2009	Enero	195.7		
2009	Febrero	191		

2009	Marzo	190.8
2009	Abril	177.01
2009	Mayo	168.05
2009	Junio	172.62
2009	Julio	179.17
2009	Agosto	185.59
2009	Septiembre	178.94
2009	Octubre	181.38
2009	Noviembre	191.28
2009	Diciembre	241.36
2010	Enero	195.51
2010	Febrero	195.4
2010	Marzo	206.19
2010	Abril	185.45
2010	Mayo	179.66
2010	Junio	190.54
2010	Julio	191.96
2010	Agosto	190.71
2010	Septiembre	195.26
2010	Octubre	198.61
2010	Noviembre	212.23
2010	Diciembre	267.58
2011	Enero	216.54
2011	Febrero	211.78
2011	Marzo	220.5
2011	Abril	199.69
2011	Mayo	197.41
2011	Junio	200.67
2011	Julio	193.22
2011	Agosto	213.9
2011	Septiembre	208.22
2011	October	210.3
2011	November	221.18
2011	Diciembre	281.12