



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Carrera de Economía

**El Índice de Desempeño Macroeconómico en el Ecuador para el periodo 2001-2020.
Cálculo y proyecciones bajo el Análisis Factorial Dinámico**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Economista
Modalidad: Artículo Académico

Autora: María Belén Pesántez Villacís

C.I.: 070471675-2

mabe-28.07@hotmail.com

Director: Econ. Santiago Estuardo Pozo Rodríguez

C.I.: 0300989563

Cuenca – Ecuador

02-agosto-2021



RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo estimar un índice sintético de Desempeño Macroeconómico (IDM) para la economía ecuatoriana utilizando datos trimestrales de 23 variables para el periodo 2001-2020. La propuesta se desarrolla con base en la metodología del Análisis Factorial Dinámico (AFD), en donde los resultados revelan que el índice estimado representa una medida válida para medir el desempeño macroeconómico del país, puesto que captura correctamente las aceleraciones y desaceleraciones que ha experimentado la economía durante el periodo analizado. De hecho, se observa que este indicador tiene una fuerte correlación con la tasa de crecimiento interanual del PIB real. Además, los resultados indican que las variables más relevantes en la determinación del IDM son el consumo privado, la formación bruta de capital fijo, los depósitos a la vista y el precio del barril de petróleo. Por otro lado, el modelo de regímenes cambiantes de Markov-Switching detecta tres periodos de recesión en la economía ecuatoriana, los cuales se relacionan directamente con la crisis financiera internacional, la caída internacional de los precios del petróleo y la pandemia del COVID-19. Este modelo además indica que las etapas de expansión duran más que las etapas de contracción, sin embargo, estas últimas tienen un efecto más fuerte en la economía. Por último, se utilizó el IDM para obtener un pronóstico del crecimiento del PIB en los próximos tres años.

Palabras clave: Índice de Desempeño Macroeconómico. Análisis Factorial Dinámico. Modelo de Markov-Switching. Economía Ecuatoriana.

Códigos JEL: C32. C43. C53. C82. E37.



ABSTRACT

The following article aims to estimate a synthetic Macroeconomic Performance Index (MPI) for Ecuadorian economy, using quarterly data of 23 variables for the 2001 to 2020 period. The proposal is developed based on the methodology of Dynamic Factor Analysis (DFA), in which the results reveal that the estimated index represents a valid measure to evaluate the macroeconomic performance of the country, due to the fact that it correctly captures the accelerations and decelerations that the economy has experienced during the analyzed period. In fact, it is observed that this indicator has a strong correlation with the year-on-year growth rate of the real Gross Domestic Product (GDP). Additionally, the results indicate that the most relevant variables in MPI's determination are private consumption, gross fixed capital formation, demand deposits and the price of the barrel of oil. On the other hand, the changing regimes model of Markov-Switching detects three periods of recession in Ecuadorian economy, which are directly related to the global financial crisis, the international drop in oil prices and the COVID-19 pandemic. This model also indicates that the stages of expansion last more than the stages of contraction; however, the latter ones have a stronger effect in economy. Finally, MPI has been utilized to obtain a forecast of GDP's growth in the next three years.

Keywords: Macroeconomic Performance Index. Dynamic Factor Analysis. Markov-Switching Model. Ecuadorian Economy.

JEL codes: C32. C43. C53. C82. E37.



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. MARCO TEÓRICO.....	12
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA	15
5. DATOS Y METODOLOGÍA.....	19
5.1. DATOS	19
5.2. METODOLOGÍA.....	20
6. RESULTADOS.....	23
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	38
8. REFERENCIAS.....	41
9. ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables utilizadas para la construcción del IDM	19
Tabla 2: Puntos de inflexión del IDM para la economía ecuatoriana	30
Tabla 3: Resultados del modelo de Markov Switching.....	31
Tabla 4: Matriz de probabilidades de transición	31
Tabla 5: Correlación entre el IDM y otros indicadores nacionales	33
Tabla 6: Resultados de las regresiones para la predicción	35
Tabla 7: Tasas interanuales del crecimiento del PIB pronosticadas.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de la varianza explicada por cada factor	24
---	----



Gráfico 2: IDM y crecimiento interanual del PIB real	25
Gráfico 3: Cargas factoriales	27
Gráfico 4: Pronóstico del IDM	28
Gráfico 5: Componente cíclico del IDM	30
Gráfico 6: Probabilidades filtradas de un estado de recesión	32
Gráfico 7: Evolución del IDM y del IDEAC	33
Gráfico 8: Evolución del IDM y del INA-R	34
Gráfico 9: Pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la tercera especificación	36
Gráfico 10: Pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la cuarta especificación	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Detalles de las variables utilizadas	46
Anexo 2: Estadísticos descriptivos (en tasas de variación interanuales)	47
Anexo 3: Pruebas de raíz unitaria	48
Anexo 4: Series transformadas	49
Anexo 5: Resultados por el método de máxima verosimilitud y el filtro de Kalman	51
Anexo 6: Distribución del IDM	53
Anexo 7: IDM estimado por PCA y por el AFD	53
Anexo 8: Probabilidades filtradas de cada estado	54
Anexo 9: Comparación del IDM con otros indicadores	56
Anexo 10: Variables utilizadas en el cálculo del IDEAC y del INA-R	58
Anexo 11: Gráfico del pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la primera especificación	59
Anexo 12: Gráfico del pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la segunda especificación	59



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Yo, María Belén Pesántez Villacís, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “El Índice de Desempeño Macroeconómico en el Ecuador para el periodo 2001-2020. Cálculo y proyecciones bajo el Análisis Factorial Dinámico”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 2 de agosto de 2021

María Belén Pesántez Villacís

C.I: 070471675-2



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, María Belén Pesántez Villacís, autora del trabajo de titulación “El Índice de Desempeño Macroeconómico en el Ecuador para el periodo 2001-2020. Cálculo y proyecciones bajo el Análisis Factorial Dinámico”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 2 de agosto de 2021

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to read "M. B. Pesántez Villacís".

María Belén Pesántez Villacís

C.I: 070471675-2



1. INTRODUCCIÓN

Los ciclos económicos han estado presentes de forma inherente en la actividad económica de los países, y una buena medida para seguir su comportamiento son los índices de actividad económica, ya que tienen la capacidad de describir el estado actual de la economía y a su vez dar señales de tendencias futuras.

El indicador habitual para medir el desempeño macroeconómico de los países es el Producto Interno Bruto (PIB) o el PIB per cápita, sin embargo, esta medida proporciona una visión limitada de la economía (Fernald et al., 2014; Lya et al., 2017). Por este motivo, ciertos autores proponen más bien la construcción de un indicador sintético que muestre un panorama más integral (Khramov & Lee, 2013). De hecho, Garry y Villarreal (2016) argumentan que un indicador compuesto de desempeño macroeconómico debería incorporar en su cálculo un amplio número de variables pertenecientes al sector real, externo, fiscal, financiero y monetario.

Por otro lado, Guillén et al. (2015) señalan que los indicadores no son exclusivos de una acción específica, sino que pueden servir para estimar el impacto de la implementación de políticas, y de manera excepcional, proveer información suficiente para comprender los fenómenos complejos en economía. Por lo que, para tener una evaluación completa del sistema económico se requiere de un conjunto de indicadores que midan el desempeño entre los distintos sectores de la economía.

En virtud a lo antes mencionado, se propone el Índice de Desempeño Macroeconómico (IDM) como un indicador compuesto que relaciona distintas variables macroeconómicas de la economía ecuatoriana. Este indicador proporciona información acerca de cómo los distintos sectores económicos trabajan de forma conjunta, para de esta manera tener como resultado un número único que de razón del efecto global económico.

Cada vez el uso de indicadores compuestos va ganando espacio entre los analistas de las diferentes áreas científicas, justificándose bajo ciertas premisas. Por ejemplo, Nardo et al. (2008) mencionan que es más fácil interpretar indicadores compuestos que identificar tendencias comunes en muchos indicadores por separado. Por su parte, Bandura (2006)



realizó una encuesta sobre la cantidad de índices compuestos que se encuentran inmersos en el comportamiento del desempeño de los países, y encontró que, desde 1990 la cantidad de estos indicadores se ha visto acelerada, así como también el número de instituciones que los elaboran, confirmando un total de 165 indicadores sintéticos, los cuales abarcan temas de: competitividad, gobernanza, aspectos sociales y económicos, derechos humanos, medio ambiente, seguridad y globalización, entre otros. Es por ello que el número de indicadores compuestos que comparan el desempeño entre países va en aumento año tras año, reconociéndose como una herramienta útil de comunicación pública.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Cámara de Comercio de Perú, entre otras entidades, han propuesto al IDM como un índice sintético válido y comparable. Desde el punto de vista empírico, resulta conveniente sintetizar la información contenida en un gran conjunto de variables en unos pocos factores comunes, lo cual resulta de gran utilidad para la política económica. En lo que respecta al cálculo del IDM, la metodología se enmarca dentro del análisis factorial dinámico (AFD). Específicamente, el AFD busca representar la dinámica de cada variable en un componente de baja dimensión que es común a todas las variables macroeconómicas (Corona et al., 2017).

Posterior al cálculo del IDM, es importante implementar un modelo de proyección para la economía ecuatoriana en el corto plazo. Aguirre y Céspedes (2004) describen el AFD como aquella aplicación econométrica que hace uso de factores, los cuales se interpretan como variables subyacentes del ciclo económico, mejorando de manera significativa las proyecciones fuera de la muestra.

Los estudios empíricos que han utilizado el AFD como una herramienta de proyección para series macroeconómicas han ido en aumento (Aguirre & Céspedes, 2004; Giannone, et al., 2008; Rusnák, 2016). Además, con la implementación de la metodología del AFD se busca darle importancia al uso de herramientas novedosas con respecto a otros modelos econométricos de series de tiempo, y que a su vez presenta ventajas sobre los métodos tradicionales de proyección, logrando dar breves luces sobre el futuro de la economía en el Ecuador, al menos en el corto plazo.



En este contexto, este artículo contribuye a la literatura de la siguiente manera. Primero, se construye un indicador compuesto de desempeño macroeconómico que combina datos del sector real, externo, fiscal, monetario y financiero durante el periodo 2001-2020. En segundo lugar, se extrae y se analiza el ciclo del IDM. Tercero, se identifican las asimetrías de los estados de la economía ecuatoriana utilizando el modelo Markov-Switching. Por último, utilizando el factor estimado, este estudio busca pronosticar el crecimiento económico en los próximos 3 años.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera. La sección 2 presenta el planteamiento del problema. El marco teórico y la revisión de la literatura se encuentran en las secciones 3 y 4, respectivamente. En la sección 5 se describe la metodología y las variables utilizadas. En la sección 6 se informan los resultados empíricos de la investigación. Finalmente, en la sección 7 se presenta la discusión y las conclusiones del estudio.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Stiglitz et al. (2009), para poder transmitir los sucesos que marcan los ciclos económicos y explicar cómo la economía se ve afectada por los mismos es conveniente tener una comunicación clara, no solo para los hacedores de políticas en el Ecuador, sino también para las autoridades que promueven el diálogo entre los agentes económicos. En los últimos veinte años con la mejora del nivel de educación, la mayor complejidad de las economías modernas, y la propagación de las tecnologías de la información, el acceso a los datos estadísticos es mucho más fácil, y cada vez son más las personas que consultan estadísticas para realizar valoraciones económicas.

El Banco Central del Ecuador (2020) en su base de datos registra un mínimo de 48 indicadores económicos divididos entre los cuatro sectores de la economía. Por lo tanto, se propone la construcción del IDM utilizando algunas de estas variables. El objetivo de construir un indicador sintético es darle al lector una perspectiva más amplia sobre la economía ecuatoriana, y de cierta manera, se busca simplificar la extensa tarea de analizar diferentes variables por separado para comprender el comportamiento de los ciclos económicos.



En primera instancia, analicemos qué sucede en la economía del Ecuador. Onur y Togay (2014) señalan que haber convertido el dólar estadounidense como divisa oficial de cambio tiene sus ventajas y desventajas. Entre las ventajas está que en el largo plazo el dólar garantiza la estabilidad económica y financiera sobre el país que lo adopte, que en parte es vista bajo la premisa de la eliminación del sesgo inflacionario vinculado a una política monetaria discrecional y al crecimiento acelerado frente a economías no dolarizadas. Por otro lado, una desventaja es que para un país como el Ecuador, que es sensible a shocks negativos provenientes del sector petrolero, lo hace propenso a sufrir desequilibrios económicos y crisis financieras. Se creería que las condiciones macroeconómicas mejoraron su desempeño tras la dolarización, lo que presiona a las autoridades a impulsar reformas económicas que traten de amortiguar el impacto que puede darse tras una crisis.

Existe un sin número de boletines e informes macroeconómicos, los cuales son tomados como guía para poder entrar en debate sobre el estado de la economía, al final esto puede convertirse en un amplio proceso hasta llegar a un consenso. En este contexto, la principal interrogante es: *¿El Ecuador ha presentado un buen desempeño macroeconómico?*

El IDM captura los principales acontecimientos económicos de un país a través de sus variables macroeconómicas. Por lo tanto, permite comparar los distintos factores de producción que subyacen en el desarrollo, resumiéndolo en un número único (Garry & Villarreal, 2016).

Finalmente, el IDM ecuatoriano será utilizado como punto de partida para realizar predicciones confiables en el corto plazo. Para Aguirre y Céspedes (2004) usualmente los métodos tradicionales de proyección, como el modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) involucran solo un subconjunto limitado de variables y los resultados que se obtienen dependen de un número reducido de variables seleccionadas, perdiéndose información a lo largo del proceso. En este trabajo se utiliza el AFD, el cual presenta ciertas ventajas frente a las técnicas tradicionales. Este método utiliza un número n de series temporales, para luego reducir la dimensionalidad de las series y utilizarlas como variables explicativas en la proyección de una serie macroeconómica, desde un número grande a un número más pequeño de indicadores o también llamados factores.



3. MARCO TEÓRICO

En el siguiente apartado se desarrollan las teorías que fundamentan el tema de estudio, así como también las consideraciones conceptuales que permitieron plantear el problema en la investigación. Se parte de la definición de un indicador compuesto en el campo de la economía, para dar paso a la importancia de los indicadores en los ciclos económicos, y finalmente exponer la base teórica que encierra el IDM.

Indicadores Compuestos en Economía

Schuschny y Soto (2009) conceptualizan a los indicadores sintéticos o también llamados indicadores compuestos como una representación simplificada capaz de resumir un concepto multidimensional en un índice unidimensional teniendo como base un modelo conceptual subyacente. Se construyen como una función de dos o más variables con el objetivo de medir el desempeño de una unidad de análisis, además, permiten percibir una tendencia que puede no ser detectable en un inicio, inclusive, se podría llegar a descubrir cuáles son los puntos de inflexión en un ciclo económico. Según la CEPAL, para que un indicador sea válido debe cumplir dos condiciones: 1) la definición clara del atributo que se desea medir y 2) la existencia confiable de datos para poder realizar la medición.

Nardo et al. (2008) advierten que si los indicadores están mal contruidos, sus resultados de mostrar un “panorama general” pueden invitar a los responsables políticos a sacar conclusiones simplistas o erróneas enviando mensajes engañosos. La responsabilidad de una buena construcción del indicador recae sobre el modelador y no tanto sobre las reglas científicas aceptadas para su codificación. Por esta razón Bas (2014) asegura que, dado que los indicadores compuestos tienen la capacidad de sintetizar información, permiten además atraer la atención pública dando lugar a argumentos convincentes y a debates de políticas que promueven un tema en interés.

Indicadores de actividad económica y los ciclos económicos

El BCE (2019) define a los ciclos económicos como aquellos que corresponden a la variación de la actividad económica con relación a su tendencia de crecimiento de largo plazo. El comportamiento de los ciclos económicos fueron el foco de estudio para Burns y



Mitchell (1946), los cuales lo definieron como un tipo de fluctuación que se encuentra de forma inherente en la actividad económica agregada de las naciones. La característica principal de los ciclos económicos, según estos autores, se denomina “dientes de sierra”, puesto que consiste en expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones, contracciones y reavivamientos generales que se funden en la fase de expansión del próximo ciclo, dichas secuencias son recurrentes, pero no periódicas, y duran aproximadamente entre uno a diez o doce años.

Los programas de investigación modernos, que examinan las fluctuaciones en las variables macroeconómicas, comparten el supuesto econométrico de que éstas evolucionan naturalmente en una escala de tiempo fijo (por ejemplo, mensual o trimestral). Esta visión moderna contrasta con el análisis tradicional del ciclo económico de Burns y Mitchell (1946). En el último enfoque, el ciclo económico individual se lo trata como una unidad de tiempo, es decir, las variables económicas en conjunto se relacionan de manera regular de una etapa del ciclo a la siguiente. Stock (1987) considera que los ciclos tienen diferentes duraciones, evidenciando que la escala de tiempo apropiada para analizar estos eventos cíclicos no es en meses, trimestres u otra unidad de tiempo, sino en el ciclo económico mismo.

Entonces, *¿Cómo medir los sucesos macroeconómicos que marcan a los ciclos económicos?* No existe un modelo que represente exactamente la realidad en economía, ni se pretende que sean verdaderos ni que suministren una imagen exacta del estado de las cosas en un momento determinado. Muchos economistas teóricos, entre ellos Zaratiegui (2012), creen que la clave está en la construcción de sistemas simples que den explicaciones breves, y que permitan entender los distintos estados de la economía mediante una interpretación sencilla de los modelos.

Índice de Desempeño Macroeconómico (IDM)

Para Chiriboga (2016) el desempeño macroeconómico es la información que presentan las principales variables macroeconómicas de un país, la cual sirve para posteriormente realizar un análisis comparativo. El desempeño económico se mide, evalúa y pronostica a través del estudio de las principales variables macroeconómicas de una economía. Por lo



tanto, el IDM se encarga de medir y valorar la información que presentan las diferentes variables que componen la economía en conjunto.

El IDM pretende medir el grado de satisfacción, desempeño, bienestar y desarrollo de una sociedad con el fin de producir una evaluación objetiva de los países, así se podrá conocer los resultados de haber implementado políticas económicas sobre los modelos de desarrollo adoptados por cada país. Finalmente, Díaz (2009) sugiere que el IDM debe ser contrastado con el PIB per cápita o con su tasa de crecimiento, permitiendo evaluar de manera universal el resto de economías y deducir su nivel de desarrollo económico.

El Fondo Monetario Internacional conceptualiza al IDM como un indicador macro, el cual examina el desempeño general de la economía de un país e informa cualquier desviación del nivel deseado de desempeño económico. Khramov y Lee (2013) explican que de la misma manera como se construye el PIB, el IDM refleja la actividad simultánea que tienen los hogares, las empresas y el gobierno de la siguiente manera:

- La tasa de inflación: variable que se la toma como medida de la posición monetaria de la economía
- La tasa de desempleo: como medida de posición de la producción en la economía
- El déficit presupuestario (% del PIB total): medida de posición fiscal
- El crecimiento del PIB real: variable que posiciona el desempeño agregado de toda una economía

Por otro lado, López y Ruiz (2019), en su informe realizado para el BID, mencionan que el IDM sintetiza variables macroeconómicas dentro de un periodo de estudio y que se combinan para reflejar una valoración positiva o negativa del desempeño económico. Las economías presentarán un desempeño estable a medida que crecen a una tasa promedio y que sean capaces de mantener su inflación, o al menos con pocas fluctuaciones, y no desmejoren el balance comercial y fiscal.



4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las investigaciones acerca del IDM han ido en aumento en el tiempo, de hecho, lo que llama la atención es la implementación de distintas metodologías que se pueden utilizar para su cálculo. A continuación se citarán algunos de estos estudios.

El desempeño macroeconómico en principio no se lo estudiaba como un índice compuesto que consolidaba varias variables macroeconómicas; más bien se lo relacionaba con temas de agregados macroeconómicos individuales, tales como el PIB real, el PIB per cápita, la inflación, o la tasa de desempleo. Es decir, variables que explican el comportamiento de los ciclos económicos y además sirven para desarrollar análisis comparativos e informes sobre coyuntura macroeconómica (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012).

Coomes y Olson (1991) calcularon el EPI, que por sus siglas en inglés significa “Economic Performance Index”, o que en español no es más que el IDM. Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron datos trimestrales para el periodo comprendido entre 1988-1990, aplicándose a 75 áreas metropolitanas de los Estados Unidos. Según estos autores, se podría considerar al ingreso per cápita como una buena medida del crecimiento económico, sin embargo, esta variable no distingue entre salarios altos y bajos, es por ello que el IDM en este caso se lo trabajó bajo la idea de construir un índice de empleo ponderado por ganancias. La metodología que se utilizó fue multiplicar el número total de trabajos existentes en cada industria por el ingreso anual esperado por trabajo en dicha industria, luego esos valores fueron sumados y divididos para un ingreso total que tiene que ser calculado durante un año base¹. Al final se evidenció que, a pesar de que un área metropolitana crezca en el sector laboral, no necesariamente posee un IDM alto, esto se debe a que el crecimiento se dio en industrias con salarios bajos.

¹ Básicamente es un índice de Laspeyres, porque usa los ingresos por trabajo de algún periodo base para determinar el valor de las ganancias actuales.



Forni et al. (2001) trabajaron en la construcción de un Indicador de Actividad Económica para la Zona del Euro². Los resultados señalaron que dicho indicador estaba fuertemente correlacionado con las variables del mercado laboral y las tasas de interés, mientras que no lo estaba con la inflación, al menos durante el periodo de estudio comprendido entre 1986-1998. Un aspecto importante es que aquí ya se empezó a utilizar el análisis de componentes principales junto con el análisis factorial dinámico (AFD) como metodología, inclusive, funcionó de forma eficaz para realizar pronósticos.

Díaz (2009) presentó una propuesta para el cálculo del IDM, la cual consistió en contrastar el IDM con el PIB per cápita para medir el progreso económico de Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Japón, Francia, Alemania e Italia. El autor planteó como punto de partida conocer el modelo de desarrollo de los países de estudio; si un país no tiene un programa económico definido³, posiblemente su desempeño macroeconómico sea errático y con mucha variabilidad. Una vez identificado el modelo de desarrollo económico de cada país, el autor propuso utilizar variables relevantes como: el PIB real, la inflación, el desempleo, las tasas de interés, las reservas internacionales, el tipo de cambio y la balanza comercial. El resultado fue que existen grupos de países con modelos económicos y políticas similares con igual variabilidad en su desempeño⁴ y además que son de renta per cápita parecidas. Adicional a ello, la tasa de crecimiento del PIB per cápita y el IDM mostraron una fuerte correlación

Khramov y Lee (2013) evaluaron el desempeño económico para Estados Unidos bajo la construcción del EPI. Los autores combinaron datos sobre el crecimiento del PIB, la inflación, el desempleo y el saldo fiscal del gobierno. Para su cálculo utilizaron la suma ponderada de las desviaciones de cada indicador a partir de un determinado punto de referencia, donde las ponderaciones reflejan la variabilidad relativa de cada uno de los componentes. Como resultado final, el EPI logró capturar los principales eventos que se

² Este indicador ayuda a identificar los puntos de inflexión del ciclo económico y además persigue el comportamiento de la economía en el tiempo en la zona del Euro.

³ Es decir, tener claro las respuestas a: ¿Qué se va a producir?, ¿Cómo se va a producir?, y ¿Para quién?

⁴ Coeficiente de variación = desviación estándar/media



suscitaron en EE.UU. durante el periodo 1790-2012, incluyendo guerras, auges y recesiones económicas.

Posteriormente, Garry y Villarreal (2016) siguieron la misma línea, y escribieron para la revista CEPAL acerca del IDM. Lo expusieron como un indicador clave que evalúa el desempeño de la actividad económica en el largo plazo. Decidieron utilizar la misma metodología de Khramov y Lee (2013), pero haciendo variantes que resulten relevantes para las economías de América Latina. Agregaron el saldo de la cuenta corriente⁵ expresada como proporción del PIB nominal. Los investigadores encontraron resultados parecidos al estudio antes mencionado, es decir, concluyeron que en el largo plazo el IDM registra los grandes shocks económicos, así como también los periodos de sólido desempeño desde 1990 hasta el 2013 en América Latina.

Vidal et al. (2015) calcularon un indicador mensual de actividad económica (IMAE) para el departamento del Valle de Cauca en Colombia utilizando un conjunto de variables mensuales para el periodo 2000-2015. Utilizando el AFD, los principales hallazgos de esta investigación revelaron que el indicador estimado se correlaciona fuertemente con el PIB. Adicionalmente, los autores realizaron un análisis comparativo del IMAE con otros indicadores nacionales y regionales, en donde se observó que el indicador estimado captura correctamente los periodos de aceleración y desaceleración de la economía del Valle del Cauca. Por último, los resultados del estudio indicaron que las variables con un mayor peso dentro del IMAE son la producción industrial, el consumo privado, las exportaciones y las importaciones.

Dentro de esta línea, Chiriboga (2016), por medio del IDM, realizó una comparación de la economía ecuatoriana con las sudamericanas. En este estudio el cálculo del IDM se lo hizo a manera de una suma de promedios ponderados de cada uno de los cuatros sectores de la economía: sector real, monetario, fiscal y externo. Teniendo un total de 18 variables macroeconómicas a las cuales se les otorgó una puntuación con base al rango porcentual de

⁵ En virtud de que las economías de América Latina son pequeñas en comparación con la de los EE.UU., el saldo de la cuenta corriente resume las transacciones de cierta economía con el resto del mundo, así como también los cambios en la posición de inversión del país.



crecimiento de cada variable, esto de acuerdo al Banco Mundial, The Economist y los diferentes institutos de estadísticas de cada uno de los países considerados en el estudio. Finalmente, se obtuvo una puntuación del IDM en conjunto, agregando los cuatro sectores para realizar un promedio ponderado. Los resultados evidenciaron que el IDM presenta al Ecuador con un desempeño moderado, pero que aún no ha sido capaz de alcanzar niveles óptimos en comparación con el resto de países de la región sudamericana que han sido capaces de manejar de mejor manera el sector económico, demostrando que sostienen economías estables con un crecimiento y afectaciones leves causados por shocks externos.

Corona et al. (2017) utilizaron el AFD para estimar factores comunes a un gran conjunto de variables macroeconómicas y financieras de la economía mexicana durante el periodo 2005-2016. Los principales hallazgos de este estudio demostraron que las variables del sector externo y de la demanda interna son las más relevantes en la determinación del factor común. Además, los resultados sugieren que los factores estimados proporcionan un buen pronóstico del Índice de Actividad Global de la economía mexicana.

Uno de los estudios más recientes que se tiene hasta la fecha es el que presentó López y Ruiz (2019) al BID. En dicho estudio se presentan las fortalezas internas del entorno económico de Centroamérica y República Dominicana ante los desafíos externos, para el periodo comprendido desde enero del 2005 a marzo del 2018, para los siguientes países: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Para el cálculo del índice se utilizó el análisis de componentes principales, incluyendo las siguientes variables: el crecimiento del PIB, la inflación, el déficit fiscal y el saldo de la balanza comercial. Por último, para dar a conocer los resultados se contrasta el IDM con el Índice de Condiciones Bancarias, llegando a la conclusión de que, la generación de condiciones deteriorables en el sistema bancario tiende a desfavorecer el IDM, o si sucede en el caso contrario y se generan fuertes expansiones de la actividad económica, puede conducir a un relajamiento de estándares crediticios que alimentan a los booms de créditos.



5. DATOS Y METODOLOGÍA

5.1. DATOS

Para la construcción del IDM se utilizaron datos trimestrales de 23 variables durante el periodo 2000-2020. Los datos fueron recopilados de las bases de datos del Banco Central del Ecuador (BCE) y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

En la Tabla 1 se presentan las variables utilizadas para la construcción del índice⁶, las cuales fueron seleccionadas con base en los estudios realizados por Casares (2018), Forni et al. (2001), Parreño y Freire (2010) y Vidal et al. (2015). Una ventaja del método AFD es que no existen restricciones sobre la utilización de tantas variables observables posibles, puesto que al aplicar esta técnica las variables se van a resumir en un número menor de factores, el cual será estimado bajo un componente común denominado *factor común escalado* (f_t). En principio, Aguirre y Céspedes (2004) mencionan que incluir variables adicionales no debería afectar los resultados, por cuanto su aporte marginal a la varianza del conjunto amplio de datos tendería a reducirse.

Tabla 1: Variables utilizadas para la construcción del IDM

<i>Sector real y petrolero</i>	<i>Sector externo</i>
(1) Consumo privado	(9) Exportaciones petroleras
(2) Formación bruta de capital fijo	(10) Exportaciones no petroleras: tradicionales
(3) Producción de barriles de petróleo	(11) Exportaciones no petroleras: no tradicionales
(4) Exportaciones de barriles de petróleo	(12) Importaciones de bienes de consumo
(5) Precio del barril de petróleo	(13) Importaciones de materia prima
(6) Salarios reales	(14) Importaciones de bienes de capital
(7) Índice de precios al consumidor	(15) Términos de intercambio
(8) Deflactor del PIB	(16) Tipo de cambio real
<i>Sector fiscal</i>	<i>Sector monetario y financiero</i>
(17) Ingresos petroleros del SPNF	(21) Créditos al sector privado
(18) Ingresos no petroleros del SPNF	(22) Depósitos a la vista
(19) Gasto corriente del SPNF	(23) Cuasidinero
(20) Gasto de capital del SPNF	

Elaborado por: La autora

⁶ Ver más detalles de las variables en el Anexo 1



5.2. METODOLOGÍA

Análisis Factorial Dinámico (AFD)

Las primeras contribuciones del AFD fueron desarrolladas por Geweke (1977) y Sargent y Sims (1977); sin embargo, este método fue desarrollado posteriormente en los trabajos de Stock y Watson (1991) y Giannone et al. (2008). La implementación del AFD representa una técnica compleja sobre el resto de aplicaciones macroeconómicas debido a que permite sintetizar la información contenida en un grupo de variables macroeconómicas en un factor común que captura el comportamiento de la actividad económica (Casares, 2018). El AFD tiene dos objetivos principales: 1) la estimación de un factor común subyacente, y 2) el pronóstico de variables macroeconómicas (Corona et al. 2017).

Giannone et al. (2008) y Stock y Watson (2010) aseguran que los factores latentes siguen un proceso de series de tiempo que es comúnmente considerado como un modelo VAR. La premisa de un modelo de factor dinámico es que unos pocos factores dinámicos latentes (f_t), conducen los co-movimientos de un vector de alta dimensión de variables estacionarias $\mathbf{x}_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Nt})'$. Además, el factor común no observado (f_t) se expresa en función de sus rezagos y un término de perturbación idiosincrático de media cero (u_t), tal y como se observa en las ecuaciones (1) y (2).

$$\mathbf{x}_t = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Lambda}f_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (1)$$

$$f_t = \sum_{i=1}^p A_i f_{t-i} + u_t, \quad u_t \sim i. i. d. N(0, Iq) \quad (2)$$

El factor común no observado vendría a ser el IDM para la economía ecuatoriana. Por lo tanto, el IDM (f_t) describe los movimientos comunes de un conjunto de variables macroeconómicas (\mathbf{x}_t). De esta manera, la ecuación (1) representa un sistema de N ecuaciones, en donde cada una de las variables del vector \mathbf{x}_t se expresa en función de un término constante y el IDM (f_t). Por otro lado, la ecuación (2) indica que el IDM (f_t) sigue un proceso autorregresivo, es decir, la ecuación (2) describe el proceso de generación de datos. Los términos de error contenidos en el vector $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ y el término u_t son normales, lo que permite el uso del filtro de Kalman.



Las ecuaciones (1) y (2) podrían estimarse en conjunto por medio del método de máxima verosimilitud y el filtro de Kalman. De hecho, este método fue utilizado en el trabajo desarrollado por Stock y Watson (1989), en el cual se consideraron 4 variables. Sin embargo, este enfoque se limita a un conjunto de datos pequeño, además, suele presentar problemas de convergencia a medida que aumenta el número de variables (Doz & Petronevich, 2016).

Por lo tanto, en este caso en específico se ha considerado el AFD en dos etapas propuesto por Giannone et al. (2008). Este método proporciona resultados satisfactorios cuando se cuenta con un número más amplio de series (Doz & Petronevich, 2016). En primera instancia, se estiman los parámetros de las matrices Λ y f_t por medio del Análisis de Componentes Principales (PCA). Las variables deben ser estandarizadas previo al PCA, puesto que este método es invariante en escala. Posteriormente, los coeficientes de la matriz $A_i, i = 1, 2, \dots, p$ son estimados por medio de una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) del factor común f_t en $f_{t-1}, f_{t-2}, \dots, f_{t-p}$. En la segunda etapa, se reestiman los parámetros obtenidos anteriormente mediante el suavizado de Kalman (De Valk et al., 2019).

Por último, se ha utilizado el factor estimado para realizar un pronóstico de la tasa de crecimiento interanual del PIB. La ecuación para la predicción se expresa de la siguiente manera:

$$g_t = \alpha + \sum_{i=0}^p \beta_i \hat{f}_{t-i} + \sum_{j=1}^m \varphi_j g_{t-j} + \eta_t \quad (3)$$

Donde: g representa la tasa de crecimiento interanual del PIB; α representa el intercepto; \hat{f} representa el factor común estimado; y η representa el término de error aleatorio. Los parámetros de la ecuación (3) son estimados por MCO (Aguirre y Cespédes, 2004; Giannone et al., 2008).

Enfoque de Harding-Pagan

Siguiendo a Vidal et al. (2015), se extrajo el componente cíclico del IDM para tener una visión más clara de los estados de la economía. Posteriormente, se realizó una datación del ciclo utilizando el algoritmo de Harding-Pagan.



Basados en el trabajo de Bry-Boschan (1971), Harding y Pagan (2002) desarrollaron un algoritmo que permite localizar los puntos de inflexión del ciclo económico. Según estos autores, para detectar los puntos máximos y mínimos se requiere de 3 pasos: 1) establecer los puntos de inflexión potenciales, 2) precisar un procedimiento que permita alternar los picos y valles, y 3) determinar ciertas condiciones que permitan asegurar el cumplimiento de criterios relevantes del ciclo económico.

Los picos se expresan de la siguiente manera:

$$\Lambda_t = \{(y_{t-2}, y_{t-1}) < y_t > (y_{t+1}, y_{t+2})\} \quad (4)$$

Mientras que los valles se denotan como:

$$\forall_t = \{(y_{t-2}, y_{t-1}) > y_t < (y_{t+1}, y_{t+2})\} \quad (5)$$

Modelo de Markov-Switching

El modelo de regímenes cambiantes de Markov-Switching permite capturar las asimetrías de la economía. Este modelo se basa en el supuesto de que un indicador del ciclo económico puede cambiar entre varios estados. En particular, las etapas de recesión y las etapas de expansión podrían considerarse como dos regímenes distintos con características específicas. Es decir, una economía podría cambiar de un estado de bajo crecimiento a uno de alto crecimiento (Moolman & Elna, 2004).

Estos dos estados de la economía pueden ser representados por una variable latente S_t , la cual toma un valor de 0 cuando la economía se encuentra en una fase de recesión y 1 cuando la economía se encuentra en una fase de expansión (Aastveit et al., 2016; Bismans & Le Roux, 2013). De esta manera, el modelo de Markov-Switching se expresa como:

$$y_t = \mu_{S_t} + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{S_t}^2) \quad (6)$$

Donde: y_t es la variable de interés (en este caso el IDM); μ_{S_t} es la media de cada estado; ε_t representa el término de error aleatorio.



A diferencia de los modelos probit o logit, el modelo de Markov-Switching no requiere de información previa de las fechas en las cuales la economía se ubica en cada uno de los estados. Específicamente, este modelo infiere la probabilidad de estar en cada uno de los regímenes a partir de los datos observados (Moolman & Elna, 2004). Según este modelo, la probabilidad de cambiar del estado i al estado j se expresa de la siguiente manera:

$$p_{ji} = P(S_{t+1} = j | S_t = i) \quad i, j = 0, 1 \quad (7)$$

Mientras que la matriz de probabilidades de transición de un estado a otro se representa como sigue:

$$P = \begin{pmatrix} p_{00} & p_{10} \\ p_{01} & p_{11} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Por ejemplo: si la economía se encuentra en una etapa de recesión, la probabilidad de que el próximo periodo se encuentre en el mismo estado es de p_{00}

Finalmente, la duración promedio de cada uno de los estados se obtiene aplicando las siguientes fórmulas:

$$E(S_t = 0) = \frac{1}{1 - p_{00}} \quad y \quad E(S_t = 1) = \frac{1}{1 - p_{11}} \quad (9)$$

6. RESULTADOS

En primera instancia, las series fueron transformadas en su tasa de variación interanual⁷. Con esta transformación se pierde la información del año 2000. En consecuencia, el IDM fue calculado para el periodo 2001-2020.

Aguirre y Céspedes (2004) señalan que en principio todas las variables a utilizar deben ser estacionarias para el posterior cálculo de los factores. Por lo tanto, se probó la estacionariedad utilizando la prueba de Dickey-Fuller aumentado y la prueba de Phillips-Perron. Los resultados de estas pruebas revelaron que todas las series expresadas en tasas de

⁷ Ver estadísticos descriptivos de las variables en el Anexo 2

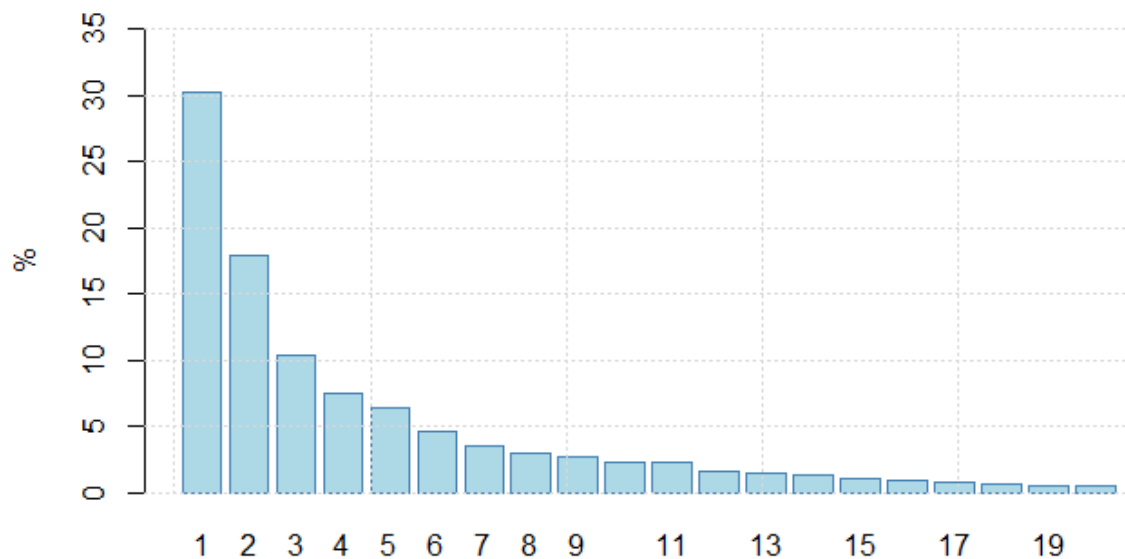


variación interanuales cumplen con esta condición⁸. Además, las variables se ajustaron estacionalmente utilizando el método ARIMA X-12. Por último, las series fueron estandarizadas a una media igual a cero y una desviación estándar igual a 1, puesto que el método AFD trabaja de esta manera⁹. Esto se consigue al restar la media de cada variable y dividirla para su desviación estándar (Stock & Watson, 2002).

Cálculo del índice de desempeño macroeconómico (IDM)

Para la implementación del método AFD en dos etapas se ha utilizado el paquete desarrollado por De Valk et al. (2019) en el software R Studio. Como primer paso se ha procedido a extraer el primer factor común al conjunto de series macroeconómicas. El gráfico 1 muestra que el primer componente explica el 30,58% de la varianza. Según Doz y Petronevich (2016), este porcentaje es razonable tomando en cuenta la heterogeneidad de los datos.

Gráfico 1: Porcentaje de la varianza explicada por cada factor



Elaborado por: La autora

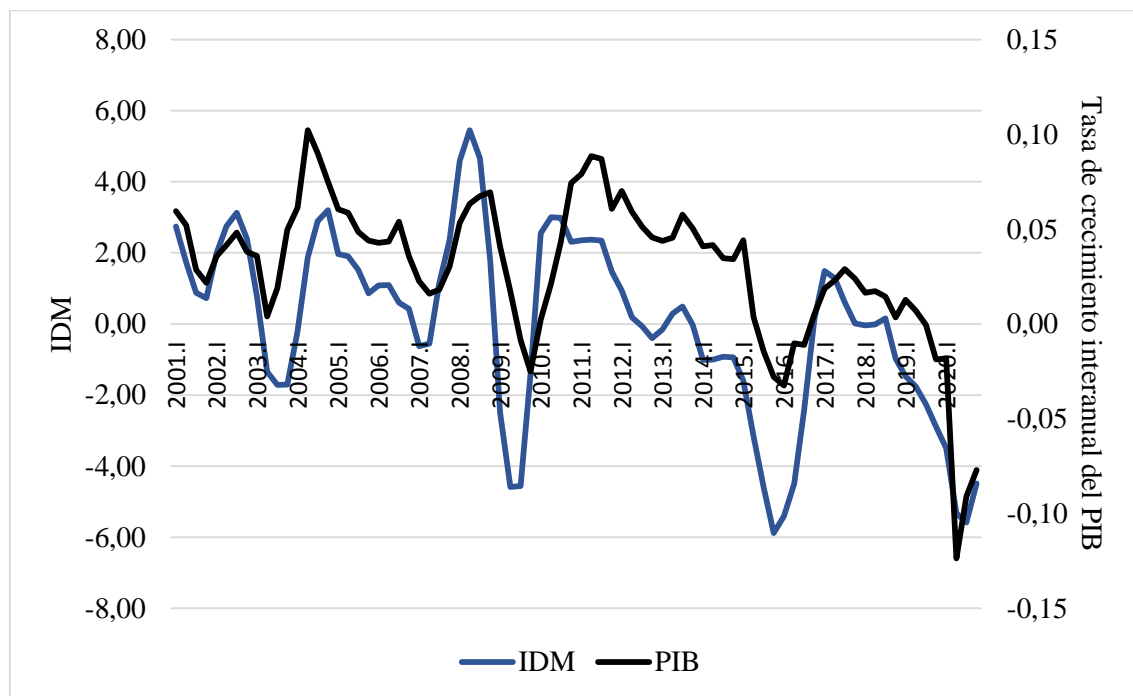
⁸ Ver los resultados de las pruebas de raíz unitaria en el Anexo 3

⁹ Ver los gráficos de las series transformadas en el Anexo 4

Según Casares (2018), la elección del número de rezagos para la implementación del AFD es un aspecto de gran importancia, puesto que un número reducido de rezagos podría no capturar la dinámica intertemporal de la serie, mientras que un número elevado podría ocasionar un sobreajuste del modelo. Por lo tanto, para modelar la dinámica del IDM con el método AFD de dos pasos se han seleccionado 4 rezagos, según los criterios de información de Akaike y Schwarz¹⁰.

El gráfico 2 muestra el IDM para la economía ecuatoriana durante el periodo 2001-2020¹¹. Se observa que su evolución es muy similar al de la tasa de crecimiento interanual del PIB real. La correlación entre ambas variables es de 0,76.

Gráfico 2: IDM y crecimiento interanual del PIB real



Elaborado por: La autora

¹⁰ Por fines comparativos, en el Anexo 5 se presentan los resultados del AFD por máxima verosimilitud, sin embargo, se prefirieron los resultados del método de dos etapas por las razones expuestas anteriormente.

¹¹ La prueba de Jarque-Berra indica que el IDM se distribuye normalmente. Ver los resultados de la prueba de normalidad en el Anexo 6



El gráfico 3 presenta la carga factorial con la que cada una de las series contribuye al IDM. En primer lugar, se observa que todas las variables del sector real y petrolero presentan una carga factorial positiva. Además, es posible señalar que dentro de este sector la variable con un mayor peso es el consumo privado de los hogares, seguido de la formación bruta de capital fijo, el precio del barril de petróleo y el deflactor del PIB. En menores proporciones se encuentra el IPC, los salarios reales, las exportaciones de petróleo (en barriles) y la producción de petróleo (en barriles).

En lo que concierne al sector externo, se evidencia que las exportaciones petroleras, las importaciones, el tipo de cambio real y los términos de intercambio se mueven en la misma dirección que el desempeño macroeconómico. En contraste, las exportaciones no petroleras: tradicionales y no tradicionales al parecer presentan una carga factorial negativa.

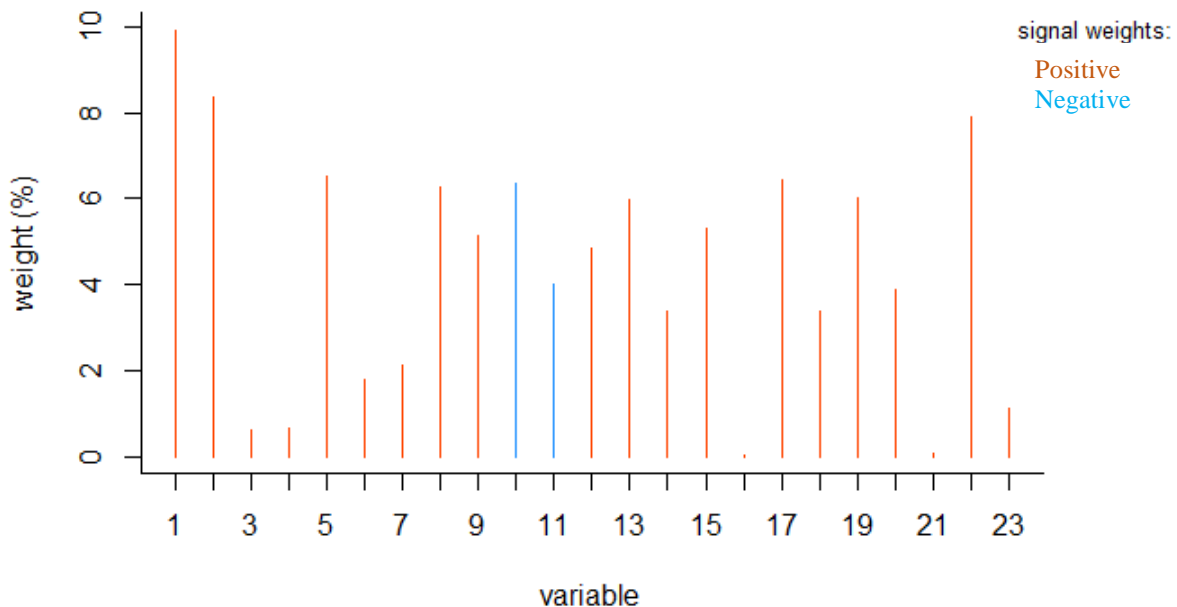
En cuanto al sector fiscal, los resultados revelan que los ingresos petroleros y no petroleros, así como los gastos corrientes y los gastos de capital del sector público no financiero presentan una asociación positiva con el desempeño macroeconómico. Dentro de este grupo, se observa que los ingresos petroleros es la variable con un mayor peso.

Por último, los resultados informan que, dentro del sector financiero y monetario, la carga factorial de los créditos al sector privado y del cuasidinero es positiva pero baja. Por el contrario, los depósitos a la vista es una de las variables con un mayor peso en la determinación del IDM.

En resumen, los resultados indican que la mayoría de las series son procíclicas, puesto que se correlacionan positivamente con el desempeño macroeconómico. Por el contrario, las exportaciones no petroleras: tradicionales y no tradicionales al parecer son contracíclicas, ya que se mueven en sentido contrario al estado general de la economía. En general, las series con un mayor peso son el consumo privado, la formación bruta de capital fijo, los depósitos a la vista, el precio del barril del petróleo y los ingresos petroleros del sector público no financiero.



Gráfico 3: Cargas factoriales



Nota: El orden de las variables es el mismo que el de la Tabla 1

Elaborado por: La autora

Pronóstico del IDM

En esta sección se presenta el pronóstico del IDM para los próximos tres años. Como se mencionó con anterioridad, el IDM fue calculado utilizando un conjunto de variables macroeconómicas durante el periodo 2001-2020. Una vez calculado el IDM se ha procedido a obtener un pronóstico para un horizonte de 12 trimestres, es decir, para los años 2021, 2022 y 2023¹². Cabe recordar que durante el año 2020 la pandemia del COVID-19 ocasionó una gran contracción de la economía ecuatoriana. Por lo tanto, se ha considerado conveniente obtener un pronóstico del IDM en un escenario sin la presencia del COVID-19. Para esto se ha estimado el IDM restringiendo la muestra hasta el año 2019, ya que durante dicho periodo la pandemia aún no tuvo efectos devastadores en la economía del país.

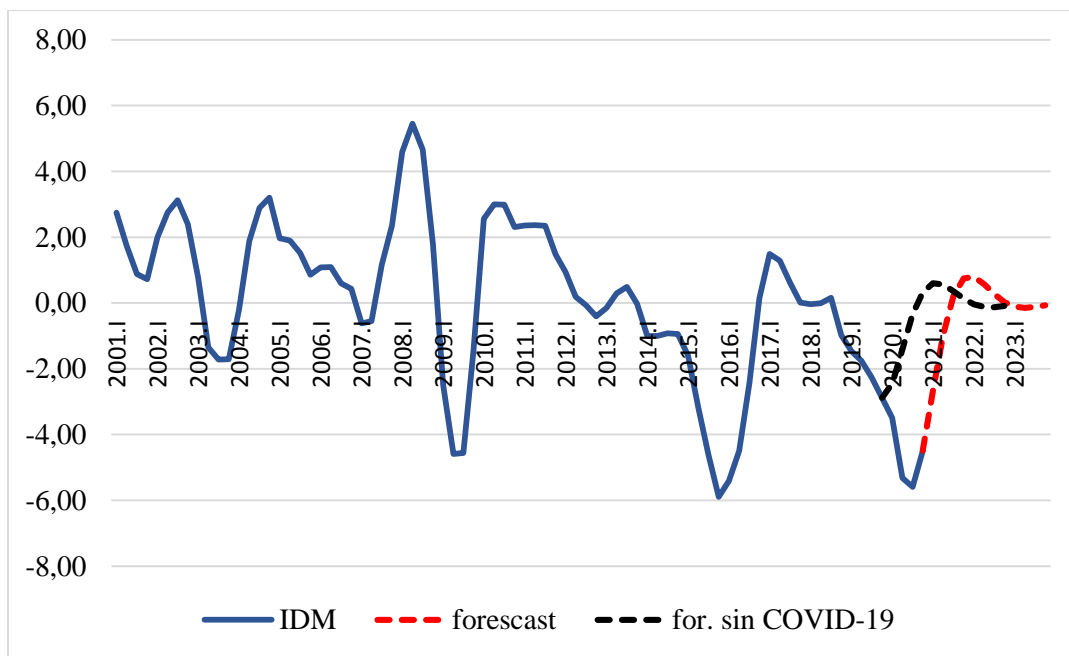
¹² Ver gráfico comparativo del IDM estimado por PCA y por el método AFD en el Anexo 7



En el gráfico 4 se observa que el IDM disminuye desde el segundo trimestre del año 2017. A esto se suma la pandemia del COVID-19, la cual empeoró el desempeño macroeconómico en el año 2020; no obstante, en el cuarto trimestre de dicho año se observa una leve recuperación de la economía. De hecho, el modelo predice una tendencia a la alza del IDM en el año 2021, alcanzando un pico en el cuarto trimestre de dicho año. Luego de esto se observa nuevamente una desaceleración.

Por otro lado, en el escenario sin la pandemia del COVID-19, se observa que el IDM tiende a recuperarse desde el primer trimestre del año 2020. Es decir, el modelo predice que sin la pandemia la recuperación de la economía ecuatoriana hubiera ocurrido más temprano. En este caso en particular el IDM alcanza un pico en el primer trimestre del año 2021.

Gráfico 4: Pronóstico del IDM



Elaborado por: La autora

El ciclo del IDM para la economía ecuatoriana

El gráfico 5 muestra la evolución del ciclo IDM. Para la extracción del ciclo se ha utilizado el filtro de Hodrick-Prescott. Adicionalmente, la tabla 2 muestra los puntos de inflexión de esta serie, para lo cual se ha utilizado el enfoque univariado de Harding-Pagan.



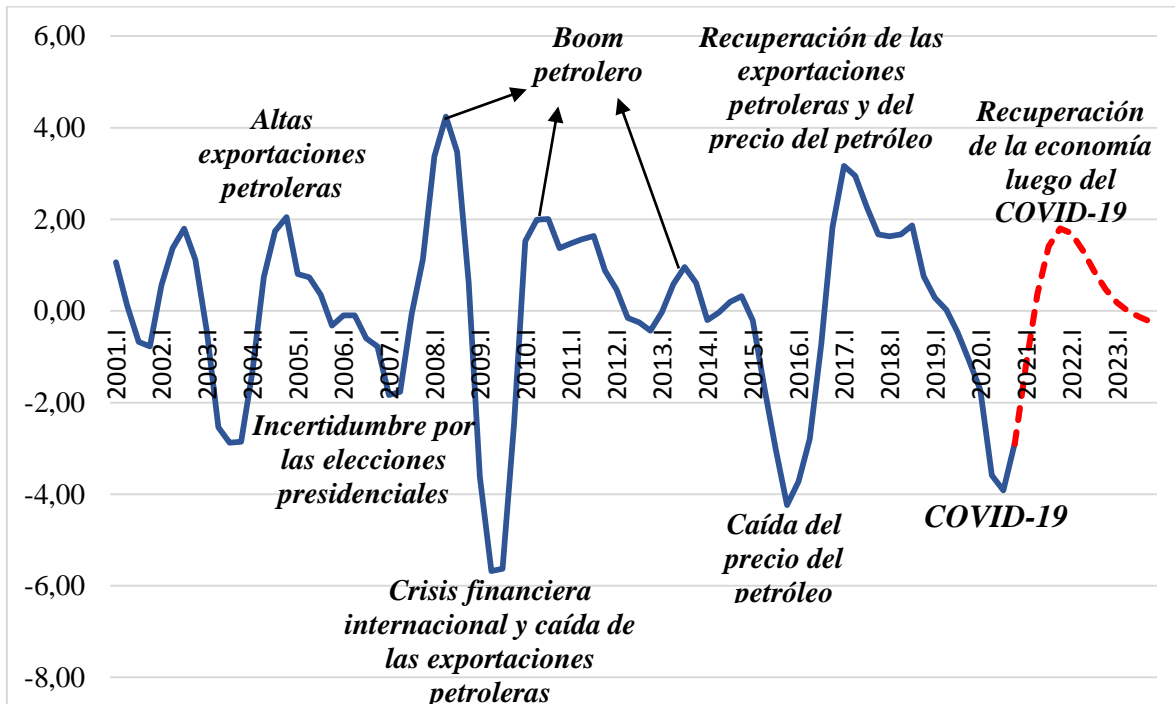
Cabe mencionar que el Ecuador se caracteriza por ser una pequeña economía abierta, tomadora de precios y altamente dependiente de las exportaciones de petróleo. Por lo tanto, el desempeño macroeconómico de la economía ecuatoriana está estrechamente ligado con los sucesos relacionados con el sector petrolero principalmente.

Se observa que en el cuarto trimestre del año 2004 el ciclo del IDM registra un máximo local, debido a que en dicho periodo se registraron unas altas exportaciones petroleras como respuesta a la alta demanda por parte de sus socios comerciales. Sin embargo, la incertidumbre de las elecciones presidenciales del año 2007 ocasionó una desaceleración de la economía, registrando un mínimo local en el primer trimestre de dicho año (González-Astudillo & Baquero, 2019).

En los años siguientes el país se benefició del boom petrolero; de hecho, el IDM alcanzó un punto máximo en el segundo trimestre del año 2008. Sin embargo, este suceso se vio interrumpido por la crisis financiera internacional, la cual ocasionó una fuerte contracción de la economía, registrando un mínimo local en el segundo trimestre del año 2009. Luego de este suceso la economía tiende a recuperarse; de hecho, el enfoque de Harding-Pagan identifica un máximo local en el tercer trimestre de los años 2010 y 2013. No obstante, la caída de los precios del petróleo, que comenzó a finales del año 2014, ocasionó una desaceleración de la economía, alcanzando un punto mínimo en el cuarto trimestre del año 2015. Posteriormente, el desempeño macroeconómico tiende a recuperarse alcanzando un pico en el primer trimestre del año 2017.

A partir del segundo trimestre del año 2017 el desempeño macroeconómico muestra una caída; adicionalmente, la pandemia del COVID-19 agravó esta situación. De hecho, el IDM alcanzó un punto mínimo en el tercer trimestre del año 2020. Finalmente, el modelo predice que el IDM alcanzará un punto máximo en el cuarto trimestre del año 2021.

Gráfico 5: Componente cíclico del IDM



Elaborado por: La autora

Tabla 2: Puntos de inflexión del IDM para la economía ecuatoriana

Valles	Picos
2001Q4	2002Q3
2003Q3	2004Q4
2007Q1	2008Q2
2009Q2	2010Q3
2012Q4	2013Q3
2015Q4	2017Q1
2020Q3	2021Q4

Elaborado por: La autora

Modelo de Markov-Switching

La tabla 3 muestra los resultados del modelo de cambio de regímenes de Markov¹³. Los resultados informan que los coeficientes estimados son estadísticamente significativos al

¹³ Siguiendo a Medhioub (2015), no se han incluido términos autorregresivos en el modelo de Markov-Switching, ya que según este autor, la presencia de rezagos deteriora la reproducción de los hechos estilizados del IDM.



99% de confianza. Como se esperaba, la media del régimen 0 (estado de recesión) es negativa, mientras que la media del régimen 1 (estado de expansión) es positiva.

Además, se observa que la media del régimen 0 tiene una mayor magnitud que la media del régimen 1, lo cual indica que las etapas de recesión son más violentas que las de expansión. No obstante, el modelo indica las etapas de expansión tienen una mayor duración que las de contracción. El modelo estima una duración promedio de 23,87 trimestres para los estados de expansión, y una duración promedio de 5,94 trimestres para las etapas de recesión.

Tabla 3: Resultados del modelo de Markov Switching

	<i>Régimen 0</i>	<i>Régimen 1</i>
μ_{S_t}	-3,494311*** (0,495021)	0,937915*** (0,208570)
Duración promedio	5,938738	23,86557

Nota: *, **, y *** denotan la significancia del coeficiente al 10%, 5% y 1%, respectivamente
Errores estándar entre paréntesis

Adicionalmente, los resultados de la tabla 4 sugieren que existe una alta probabilidad de permanecer en cada estado. El modelo informa que, cuando la economía se encuentra en un estado de recesión existe una probabilidad del 83,16% de que siga en ese estado el próximo trimestre. Por otro lado, se observa que, cuando la economía se encuentra en un estado de expansión existe una probabilidad del 95,81% de que continúe en ese estado el próximo periodo.

Tabla 4: Matriz de probabilidades de transición

	0	1
0	0,831614	0,168386
1	0,041901	0,958099

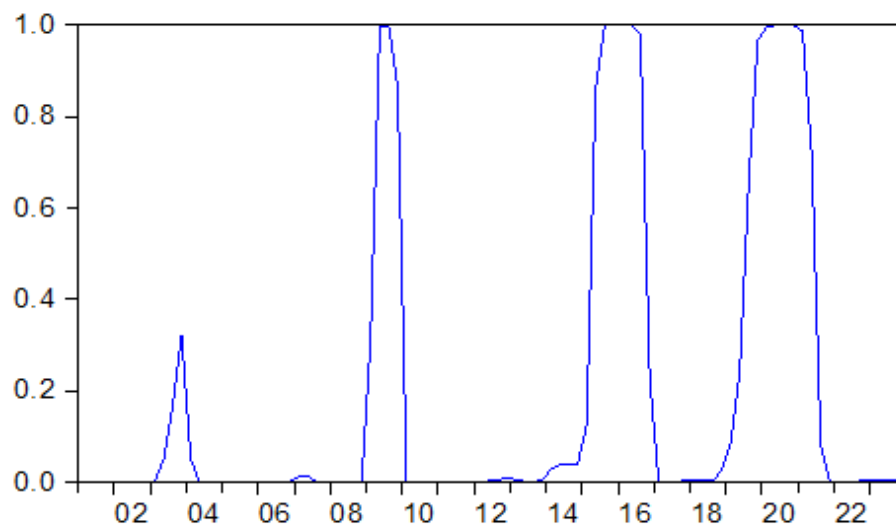
Elaborado por: La autora

El gráfico 6 muestra las probabilidades de que la economía se encuentre en una etapa de recesión. Según Hamilton (1989), se podría considerar que una economía se encuentra en un estado en específico cuando la probabilidad es mayor a 0,5. Siguiendo este criterio, se



observan tres etapas de recesión de la economía ecuatoriana durante el periodo analizado. La primera recesión coincide con la crisis financiera internacional y la caída de las exportaciones petroleras. La segunda corresponde al periodo en el cual cayó el precio internacional del petróleo. Finalmente, el tercer estado de recesión comienza en el tercer trimestre del año 2019 y se mantiene en el año 2020 y en los dos primeros trimestres del año 2021 por la pandemia del COVID-19. Por lo tanto, el modelo predice el cambio a un estado de expansión en el tercer trimestre del año 2021¹⁴.

Gráfico 6: Probabilidades filtradas de un estado de recesión



Elaborado por: La autora

Comparación del IDM con otros indicadores nacionales

En este apartado se realiza un análisis comparativo del IDM con el índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC) calculado por el Banco Central del Ecuador, y con el índice de Nivel de Actividad Registrada (INA-R) elaborado por el INEC.

El IDEAC está diseñado para medir el volumen de la actividad económica del país. En particular, es una medida de producción física que incluye en su cálculo un grupo de variables de la producción y exportaciones de bienes y servicios (BCE, 2020a, b). Por otro lado, el INA-R es un índice compuesto que mide el desempeño económico-fiscal de la economía con

¹⁴ Ver probabilidades de cada estado en el Anexo 8



base en las ventas realizadas por las empresas de los diferentes sectores productivos a nivel nacional¹⁵ (INEC, 2020).

La tabla 5 presenta la correlación entre el IDM y las tasas de variación interanuales del IDEAC y del INA-R. El coeficiente de correlación es de 0,6814 y 0,3211, respectivamente.

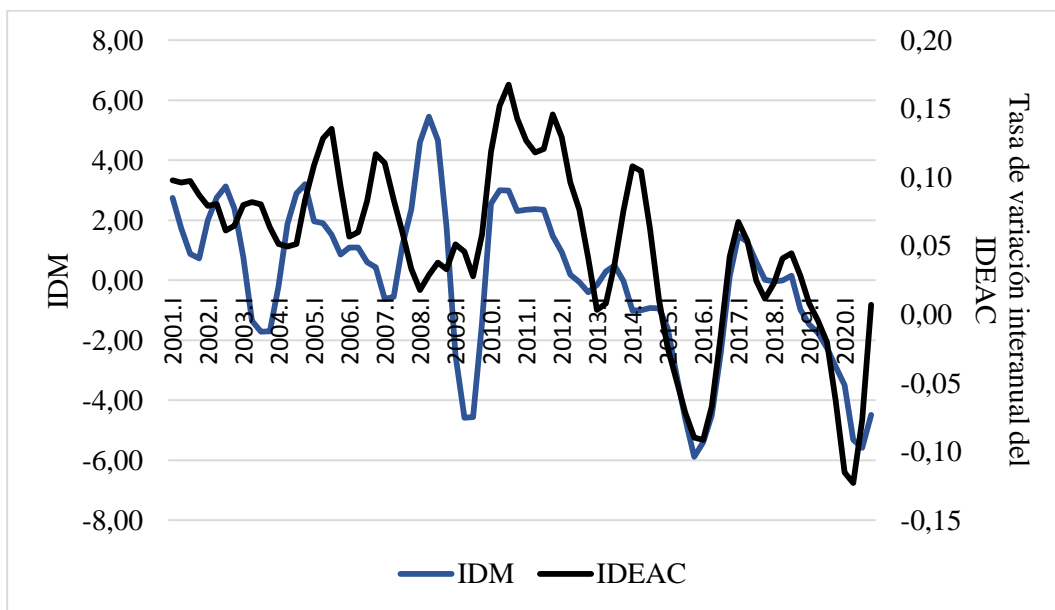
Tabla 5: Correlación entre el IDM y otros indicadores nacionales

	IDEAC	INA-R
IDM	0,6814	0,3211

Elaborado por: La autora

En el gráfico 7 se aprecia que el comportamiento del IDM se asemeja al comportamiento del IDEAC; principalmente desde el año 2010 se observa una clara coincidencia en los periodos de expansión y de contracción de la economía.

Gráfico 7: Evolución del IDM y del IDEAC

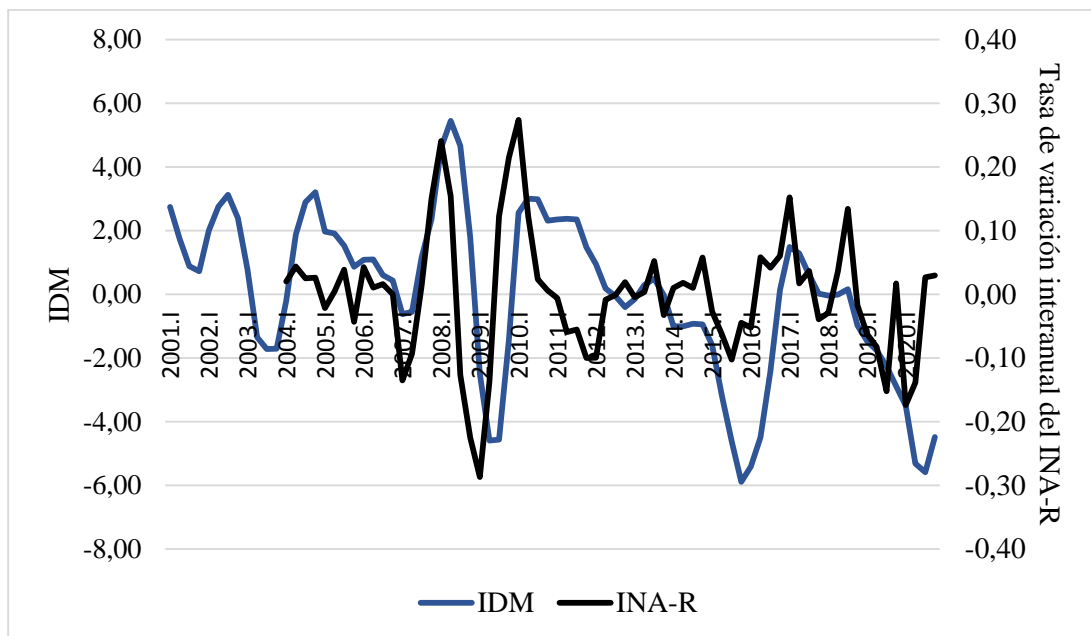


Elaborado por: La autora

¹⁵ Ver variables incluidas en la construcción de ambos índices en el Anexo 10

Por su parte, el gráfico 8 muestra la evolución del IDM y del INA-R. En este caso la correlación entre ambas medidas es de 0,3211. No obstante, a pesar de la correlación moderadamente baja, se observa que ambos índices coinciden al informar los periodos de expansión y contracción de la economía. Sin embargo, no se observa una coincidencia en los puntos de inflexión.

Gráfico 8: Evolución del IDM y del INA-R



Elaborado por: La autora

Pronóstico del crecimiento económico

El Banco Central del Ecuador proporciona información sobre el crecimiento del PIB para el país con un rezago de tres meses, razón por la cual los formuladores de política no cuentan con información en tiempo real del crecimiento económico. Es por ello que este estudio pretende obtener un pronóstico inmediato de dicha serie.

Para el pronóstico del crecimiento económico se han utilizado las tres especificaciones propuestas por Aguirre y Céspedes (2004). En primer lugar, se utilizó solo el IDM contemporáneo para la predicción. El segundo modelo, además del IDM contemporáneo, incluye sus rezagos. Finalmente, la tercera especificación utiliza los rezagos de la tasa de crecimiento interanual del PIB, el IDM contemporáneo y sus rezagos.



La tabla 6 muestra los resultados de las regresiones para el pronóstico considerando las tres especificaciones mencionadas anteriormente. El número de rezagos fue seleccionado con base en los criterios de información de Akaike y Schwarz.

Los resultados muestran que la tercera especificación proporciona un mejor ajuste, puesto que este modelo es el que más minimiza la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE). Sin embargo, se observó que el pronóstico de este modelo no captura la caída registrada en el año 2020 como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Por lo tanto, se consideró una cuarta especificación, en la cual se ha incluido una variable *dummy* para capturar la desaceleración de la economía en el segundo trimestre de dicho año. Esta elección se realizó con base en los criterios de información de Akaike y Schwarz.

Tabla 6: Resultados de las regresiones para la predicción

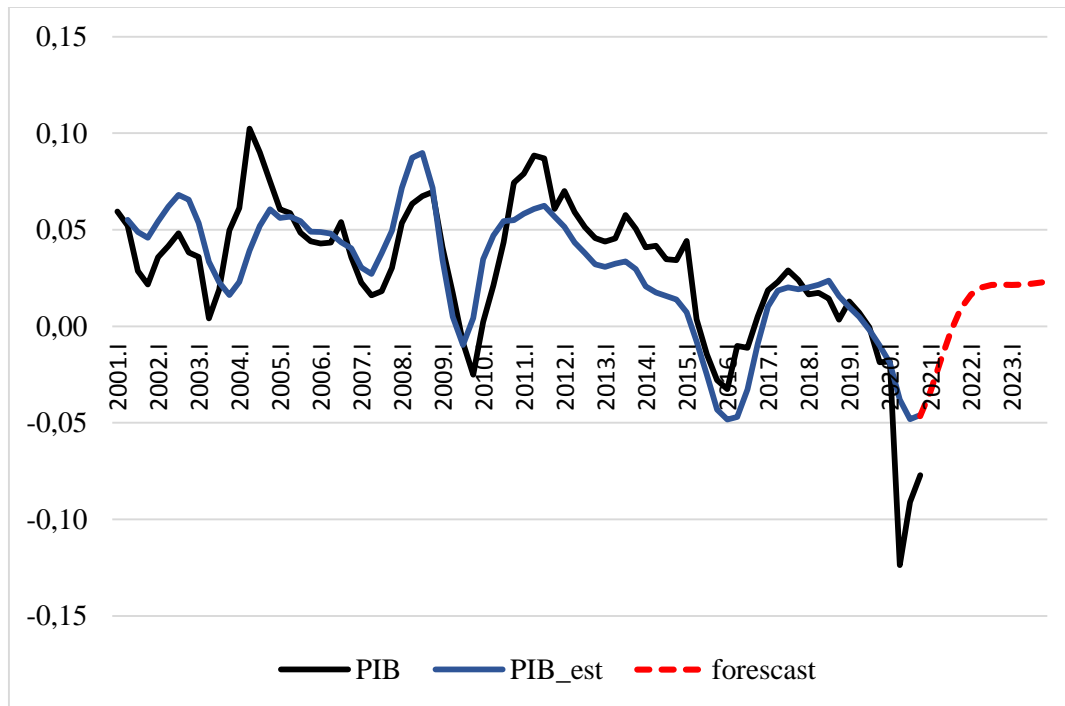
Variable dependiente: crecimiento interanual del PIB real (g)				
	(1)	(2)	(3)	(4)
IDM	0,011495*** (0,004618)	0,010224*** (0,001968)	0,007960*** (0,002172)	0,006134*** (0,001454)
IDM(-1)			-0,003706 (0,002372)	-0,002400 (0,002248)
IDM(-3)		0,005376*** (0,001539)		
g (-1)			0,766984*** (0,054784)	0,733716*** (0,056075)
2020.II				-0,093967*** (0,002472)
Constante	0,029271*** (0,004618)	0,028231*** (0,004457)	0,005893*** (0,001972)	0,007963*** (0,002088)
R^2	0,571295	0,665891	0,845519	0,914717
R^2 ajustado	0,565799	0,656861	0,839340	0,910107
RMSE	0,025135	0,022476	0,022194	0,017911
Akaike	-4,479125	-4,674819	-5,443851	-6,012627
Schwarz	-4,419574	-4,583502	-5,323879	-5,952547

Nota: *, **, y *** denotan la significancia del coeficiente al 10%, 5% y 1%, respectivamente. Errores estándar de Newey-West entre paréntesis



El gráfico 9 muestra el pronóstico del crecimiento económico para la economía ecuatoriana utilizando la tercera especificación. La línea negra representa el crecimiento interanual del PIB reportado por el Banco Central del Ecuador. La línea azul corresponde a la estimación de la variación interanual del PIB; mientras que la línea entrecortada de color rojo representa el pronóstico fuera de la muestra. Como se mencionó con anterioridad, se observa que este modelo no refleja la caída de la actividad económica registrada en el año 2020¹⁶.

Gráfico 9: Pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la tercera especificación

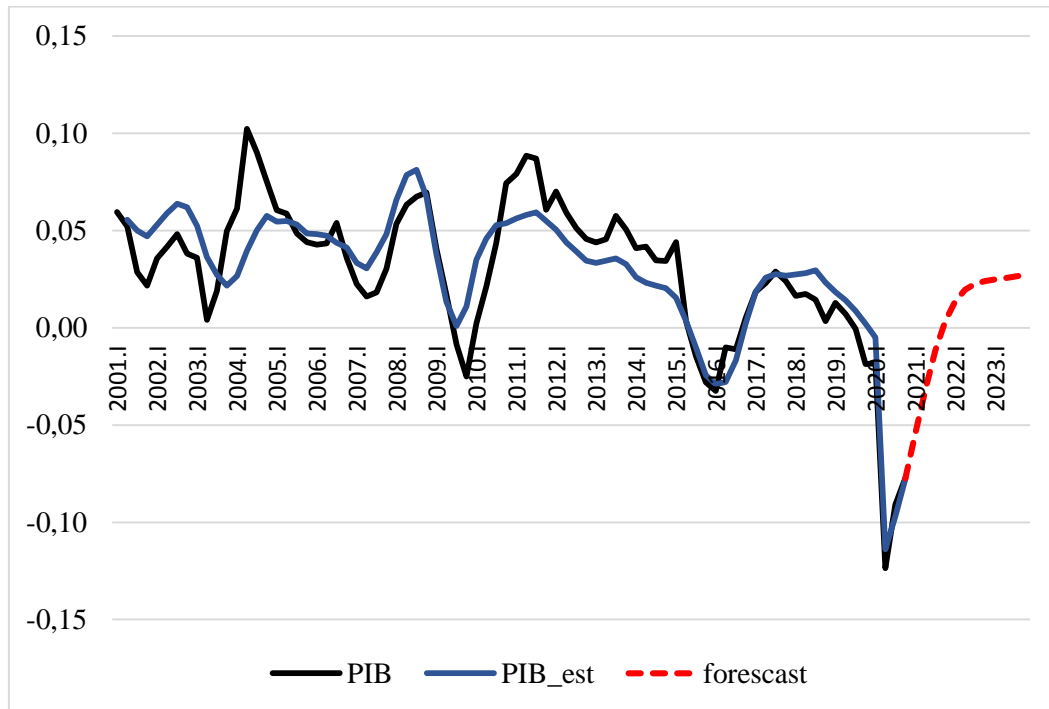


Elaborado por: La autora

¹⁶ De hecho, la primera y la segunda especificación tampoco capturan esta caída. Ver los gráficos del pronóstico de estas especificaciones en los Anexos 11 y 12, respectivamente.

El gráfico 10 muestra el pronóstico de la cuarta especificación, en la cual se ha incluido una variable *dummy*. Se observa que con este modelo si se logra capturar la caída en la actividad del año 2020. De hecho, la RMSE indica que esta especificación proporciona un mejor ajuste. Por lo tanto, se han preferido los resultados proporcionados por este modelo.

Gráfico 10: Pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la cuarta especificación



Elaborado por: La autora

La tabla 7 muestra las tasas de crecimiento interanuales estimadas para los próximos tres años. El modelo predice tasas de crecimiento negativas en los tres primeros trimestres del año 2021.

Tabla 7: Tasas interanuales del crecimiento del PIB pronosticadas

Trimestre/Año	2021	2022	2023
I	-5,44%	1,37%	2,49%
II	-3,15%	1,96%	2,56%
III	-1,15%	2,26%	2,64%
IV	0,36%	2,41%	2,72%

Elaborado por: La autora



7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de este artículo fue construir un Índice de Desempeño Macroeconómico (IDM) para la economía ecuatoriana utilizando un conjunto de 23 series trimestrales que abarcan el periodo 2001-2020. El conjunto de variables incluye datos del sector real, externo, fiscal, monetario y financiero.

Con base en el análisis factorial dinámico (AFD) en dos pasos, los resultados de la estimación revelaron que la dinámica del IDM es muy similar al de la tasa de crecimiento interanual del PIB real. Este hallazgo es consistente con los resultados reportados por Díaz (2009), Vidal et al. (2015) y González-Astudillo y Baquero (2019), puesto que estos autores encontraron una relación estrecha y directamente proporcional entre el crecimiento del PIB y el factor estimado.

Además, los resultados demuestran que el IDM refleja los principales eventos históricos del país. De hecho, el IDM captura los periodos de desaceleración que experimentó la economía durante la crisis financiera internacional, la caída internacional del precio del petróleo y la última contracción como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Del mismo modo, el IDM captura los periodos de expansión de la economía como resultado del boom petrolero. Adicionalmente, el pronóstico del IDM muestra una recuperación de la economía ecuatoriana en el año 2021, alcanzando un punto máximo en el cuarto trimestre de dicho año. Por otra parte, el modelo muestra que, en un escenario sin la pandemia del COVID-19 el desempeño macroeconómico hubiera experimentado una aceleración en el año 2020, alcanzando un punto máximo en el primer trimestre del año 2021.

Las variables más relevantes en la determinación del IDM son el consumo privado de los hogares, la formación bruta de capital fijo, los depósitos a la vista y el precio del barril del petróleo. Además, los resultados demostraron que la mayoría de las variables utilizadas son procíclicas, ya que se correlacionan positivamente con el factor común estimado. En contraste, las exportaciones no petroleras: tradicionales y no tradicionales muestran un comportamiento contracíclico.



Por su parte, el modelo de regímenes cambiantes de Markov identificó tres episodios de recesión, los cuales se relacionan directamente con la crisis financiera internacional, la caída de los precios del petróleo y la pandemia del COVID-19. Con respecto a esta última recesión, el modelo predice el cambio a un estado de expansión en el tercer trimestre del año 2021. En línea con Medhioub (2015) y Casares (2018), el modelo demuestra que los episodios de expansión son más persistentes que los de recesión, sin embargo, las etapas de recesión son más pronunciadas.

Posteriormente, se realizó un análisis comparativo del IDM con otros indicadores nacionales (Khramov & Lee, 2013; Vidal et al. 2015). En primera instancia, se comparó con el Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC) calculado por el Banco Central del Ecuador, en donde la comparación visual muestra una gran similitud en la dinámica de ambos índices, de hecho el coeficiente de correlación entre ambas medidas es de 0,6814. Además, se comparó el IDM con el Índice de Nivel de Actividad Registrada (INA-R) calculado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en donde se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,3211. Si bien es cierto, la correlación entre ambas medidas es relativamente baja, sin embargo, el análisis visual muestra que, aunque ambos índices difieren en los puntos de inflexión, coinciden al reflejar los periodos de aceleración y desaceleración de la economía.

Por último, siguiendo a Giannone et al. (2008) y Chernis y Sekkel (2016), se utilizó el factor común estimado para predecir el crecimiento interanual del PIB real. Para ello se han utilizado las tres especificaciones sugeridas por Aguirre y Céspedes (2004). La primera utiliza el IDM contemporáneo; la segunda utiliza el IDM contemporáneo y sus rezagos; mientras que la tercera utiliza los rezagos del crecimiento del PIB, el IDM contemporáneo y sus rezagos. Los resultados de este análisis revelaron que la tercera especificación proporciona un mejor pronóstico, sin embargo, ninguno de estos modelos logró capturar la desaceleración del año 2020 como consecuencia del COVID-19. Por lo tanto, se consideró una cuarta especificación en donde se incluyó una variable *dummy* al modelo tres. Con este modelo se observaron resultados satisfactorios al pronosticar el crecimiento del PIB.



Los resultados de este artículo son cruciales para los hacedores de política y para los empresarios, ya que el IDM, además de identificar los estados de la economía, permite prever su comportamiento futuro. La principal contribución de este estudio se basa en el uso del AFD, ya que esta técnica brinda la oportunidad de tener una visión más integral de la economía, puesto que permite la inclusión de un amplio número de variables macroeconómicas para el cálculo del IDM. Además, esta técnica resulta útil para obtener un pronóstico en los próximos años.

Una de las principales limitaciones para el desarrollo de este estudio fue la falta de disponibilidad de datos, ya que resulta difícil obtener información de ciertas variables para los periodos anteriores al año 2000. Por lo tanto, no se cuenta con la información suficiente para realizar un análisis comparativo con el periodo previo a la dolarización.

Este estudio se centró en la construcción de un indicador sintético de desempeño macroeconómico. En línea con Doz y Petronevich (2016), y Vidal et al. (2015) se extrajo solo un factor común, y con dicho factor se procedió a obtener un pronóstico del PIB. Si bien es cierto, la literatura señala que un solo factor proporciona un buen ajuste (Giannone et al., 2008), sin embargo, una línea de investigación futura podría centrarse en el pronóstico inmediato del PIB o cualquier serie macroeconómica en específico. Por lo que podrían incluir en el AFD un conjunto más amplio de variables y obtener un mayor número de factores que permitan minimizar el error de pronóstico.



8. REFERENCIAS

- Aastveit, K. A., Jore, A. S., & Ravazzolo, F. (2016). Identification and real-time forecasting of Norwegian business cycles. *International Journal of Forecasting*. doi:10.1016/j.ijforecast.2015.06.006
- Aguirre, Á., & Céspedes, L. (2004). *Uso de análisis factorial dinámico para proyecciones macroeconómicas*. División de Estudios, Banco Central de Chile, Santiago de Chile. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/034e/76bff2ed2a381cb38c592570167efd54983f.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2020). Obtenido de Información Económica: <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica/>
- Bandura, R. (2006). *A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2006 Update*. Working Paper, United Nations Development Programme, Office of Development Studies. doi:https://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Development%20Studies/measuring_country_performance_2006update.pdf
- Bas, M. d. (Enero de 2014). *Estrategias metodológicas para la construcción de indicadores compuestos en la gestión universitaria*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el Abril de 2020
- BCE. (Abril de 2019). *Banco Central del Ecuador*. (Dirección Nacional de Síntesis Macroeconómica) Recuperado el Abril de 2020, de Resultados del Ciclo Económico del Ecuador: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IDEAC/CicloEconIVT2018.pdf>
- BCE. (2020a). *Cartilla trimestral e indicador mensual*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IDEAC33.pdf>
- BCE. (2020b). *Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC)*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/METODOLOGIA.pdf>
- Bismans, F., & Le Roux, P. (2013). Dating the business cycle in South Africa by using a Markov-switching model. *Studies in Economics and Econometrics*.
- Bry, G., & Boschan, C. (1971). Standard business cycle analysis of economic time series. *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs*.



- Burns, A., & Mitchell, W. (1946). Measuring Business Cycles. *National Bureau of Economic Research*, 23-55.
- Casares, F. (2018). Identificación de los estados de la economía ecuatoriana en dolarización: Una aproximación multivariante a través de los modelos MS-DFM en dos pasos. *COMPENDIUM: Cuadernos de Economía y Administración*.
- Chernis, T., & Sekkel, R. (2016). A dynamic factor model for nowcasting Canadian GDP. *Empirical Economics*. doi:10.1007/s00181-017-1254-1
- Chiriboga, D. (Junio de 2016). *Propuesta de política económica para Ecuador: Un análisis comparativo de la economía ecuatoriana frente a las economías sudamericanas a través del Índice de Desempeño Macroeconómico*. Recuperado el Marzo de 2020, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11491/Disertaci%C3%B3n%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Estadísticas e Indicadores Económicos*. Obtenido de Indicadores cambiarios: https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/SisGen_MuestraFicha_puntual.asp?id_aplicacion=1&id_estudio=1&indicador=1901&idioma=e
- Coomes, P., & Olson, D. (1991). *An Economic Performance Index for U.S. Cities*. University of Louisville. doi:<https://doi.org/10.1177/089124249100500405>
- Corona, F., González-Farías, G., & López-Pérez, J. (2020). A nowcasting approach to generate timely estimates of Mexican economic activity: An application to the period of COVID-19.
- Corona, F., González-Farías, G., & Orraca, P. (2017). A dynamic factor model for the Mexican economy: are common trends useful when predicting economic activity? doi:<https://doi.org/10.1007/s40503-017-0044-7>
- De Valk, S., De Mattos, D., & Ferreira, P. (2019). Nowcasting: An R Package for Predicting Economic Variables Using Dynamic Factor Models. *The R Journal*.
- Díaz, J. (2009). *Propuesta de un Indicador de Desempeño Macroeconómico*. Recuperado el Marzo de 2020, de Revista FACES:
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/faces/revista/a13n24/13-24-1.pdf>
- Doz, C., & Petronevich, A. (2016). Dating Business Cycle Turning Points for the French Economy: An MS-DFM approach. *Dynamic Factor Models*. doi:10.1108/S0731-905320150000035012



- Fernald, J., Spiegel, M., & Swanson, E. (2014). Monetary Policy Effectiveness in China: Evidence from a FAVAR Model. *Journal of International Money and Finance*. doi:10.1016/j.jimonfin.2014.05.007
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M., & Reichlin, L. (Diciembre de 2001). Coincident and Leading Indicators for the Euro Area. *The Economic Journal*, 111. doi:https://doi.org/10.1111/1468-0297.00620
- Garry, S., & Villarreal, F. (Abril de 2016). *El uso de indicadores clave para evaluar el desempeño económico a largo plazo de América Latina*. Recuperado el Marzo de 2020, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40029/1/RVE118_Garry.pdf
- Geweke, J. (1977). The dynamic factor analysis of economic time series. *Latent variables in socio-economic models*.
- Giannone, D., Reichlin, L., & Small, D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*. doi:10.1016/j.jmoneco.2008.05.010
- González-Astudillo, M., & Baquero, D. (2019). A nowcasting model for Ecuador: Implementing a time-varying mean output growth. *Economic Modelling*. doi:10.1016/j.econmod.2019.01.010
- Guillen, A., Badii, M., Garza, F., & Acuña, M. (2015). Description and Usage of Economic Growth Indicators. *International Journal of Good Conscience*, 10(1), 138-156. Recuperado el Junio de 2020, de [http://www.spentamexico.org/v10-n1/A10.10\(1\)138-156.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n1/A10.10(1)138-156.pdf)
- Hamilton, J. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series. *Econometrica*.
- Harding, D., & Pagan, A. (2002). Dissecting the cycle: a methodological investigation. *Journal of Monetary Economics*.
- INEC. (2020). *Metodología del Índice de Nivel de Actividad Registrada (INA-R)*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/INA-R/metodologia_ina-r_.pdf
- Khramov, V., & Lee, J. (Octubre de 2013). *The Economic Performance Index: an Intuitive Indicator for Assessing a Country's Economic Performance Dynamics in an Historical Perspective*. Recuperado el 2020, de IMF Working Paper: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2013/wp13214.pdf>



- López, A., & Ruiz, M. (2019). *Ante los desafíos externos, fortalezas internas. Entorno económico de Centroamérica y República Dominicana*. Monografía del BID, Banco Interamericano de Desarrollo. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001531>
- Lya, S., Jaime, C., Johana, D., & Vidal, P. (2017). La construcción de indicadores de la actividad económica: una revisión bibliográfica. *Apuntes del CENES*, 36(64), 79-107. doi:<https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5132>
- Medhioub, I. (2015). A Markov switching three regime model of Tunisian business cycle. *American Journal of Economics*. doi:10.5923/j.economics.20150503.11
- Moolman, & Elna. (2004). A Markov switching regime model of the South African business cycle. *Economic Modelling*. doi:10.1016/j.econmod.2003.09.003
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. The Handbook, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). doi:10.1787/533411815016
- Onur, B., & Togay, S. (2014). Efectos de la dolarización oficial en una pequeña economía abierta: el caso de Ecuador. *Investigación Económica*, 73(290), 51-86. doi:[https://doi.org/10.1016/S0185-1667\(15\)30008-4](https://doi.org/10.1016/S0185-1667(15)30008-4)
- Parreño, L., & Freire, M. (2010). Latin America and the last economic crisis: Did institutional changes guard it from the crisis and were macroeconomic policies influenced by political ideology? *International conference on public policy*.
- Rusnák, M. (2016). Nowcasting Czech GDP in real time. *Economic Modelling*. doi:10.1016/j.econmod.2015.12.010
- Sargent, T., & Sims, C. (1977). Business cycle modeling without pretending to have too much a priori economic theory. *New methods in business cycle research*.
- Schuschny, A., & Soto, H. (Mayo de 2009). *Guía metodológica: Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Publicación de las Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. Recuperado el Marzo de 2020, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3661/1/S2009230_es.pdf
- Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J. (2009). *Informe de la Comisión sobre la Medición del Desarrollo Económico y del Progreso Social*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.palermo.edu/Archivos_content/2015/derecho/pobreza_multidimension al/bibliografia/Biblio_adic5.pdf
- Stock, J. (1987). Measuring Business Cycle Time. *Journal of Political Economy*, 95(6), 1240-1261. doi:https://scholar.harvard.edu/files/stock/files/measuring_business_cycle_time.pdf



- Stock, J., & Watson, M. (1989). New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators. *NBER macroeconomics annual*.
- Stock, J., & Watson, M. (1991). A Probability Model of the Coincident Economic Indicators. *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Record*.
- Stock, J., & Watson, M. (2002). Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes. *Journal of Business & Economic Statistics*.
- Stock, J., & Watson, M. (2010). *Dynamic Factor Models*. Oxford Handbook of Economic Forecasting, Oxford: Oxford University Press.
doi:<https://scholar.harvard.edu/stock/publications/dynamic-factor-models>
- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (2012). *Observatorio de Comercio Internacional*. Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.utadeo.edu.co/es/link/observatorio-de-comercio-internacional/39426/indicadores-de-desempeno-economico>
- Vidal, P., Lya, S., Johana, D., & Jaime, C. (2015). Indicador mensual de actividad económica (IMAE) para el Valle del Cauca. *Borradores de Economía*. Recuperado el Abril de 2020
- Zaratiegui, J. (2012). ¿Cómo se mide el progreso en economía? *Contabilidad y Negocios*, 7(14), 101-116. Recuperado el Abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281624914007>



9. ANEXOS

Anexo 1: Detalles de las variables utilizadas

Variable	Año base	Medida	Fuente
PIB*	2007	Millones de dólares	Cuentas nacionales
Consumo privado	2007	Millones de dólares	trimestrales del BCE
Formación bruta de capital fijo	2007	Millones de dólares	
Producción de barriles de petróleo	-	Millones de barriles	Información estadística
Exportaciones de barriles de petróleo	-	Millones de barriles	mensual del BCE
Precio del barril de petróleo ^a	2007	Dólares	
Salario real	2007	Índice	
Deflactor el PIB	2007	Índice	
Exportaciones petroleras ^b	2007	Millones de dólares	
Exportaciones no petr: tradicionales ^b	2007	Millones de dólares	
Exportaciones no pet. no trad. ^b	2007	Millones de dólares	
Importaciones de bienes de consumo ^c	2007	Millones de dólares	
Importaciones de materia prima ^c	2007	Millones de dólares	
Importaciones de bienes de capital ^c	2007	Millones de dólares	
Términos de intercambio	2007	Índice	
Tipo de cambio real	2007	Índice	
Ingresos petroleros del SPNF ^a	2007	Millones de dólares	
Ingresos no petroleros del SPNF ^a	2007	Millones de dólares	
Gasto corriente del SPNF ^a	2007	Millones de dólares	
Gasto de capital del SPNF ^a	2007	Millones de dólares	
Créditos al sector privado ^a	2007	Millones de dólares	
Depósitos a la vista ^a	2007	Millones de dólares	
Cuasidineró ^a	2007	Millones de dólares	
IDEAC*	2007	Índice	
Índice de precios al consumidor	2007	Índice	INEC - Serie histórica del índice y variaciones
INA-R*	2007	Índice	INEC - Serie histórica del índice y variaciones

Nota: ^{a, b, c}: series deflactadas con el deflactor del PIB, con el deflactor de las exportaciones y con el deflactor de las importaciones, respectivamente

*Estas variables no se incluyen en el cálculo del IDM, pero se utilizan para un análisis comparativo

**Anexo 2:** Estadísticos descriptivos (en tasas de variación interanuales)

Variable	Obs.	Media	Des. Est.	Mín.	Máx.
PIB	80	0,0293	0,0386	-0,1277	0,1017
Consumo privado	80	0,0303	0,0393	-0,1167	0,1030
Formación bruta de capital fijo	80	0,0513	0,0989	-0,1777	0,2708
Producción de barriles de petróleo	80	0,0125	0,0931	-0,3347	0,4811
Exportaciones de barriles de petróleo	80	0,0306	0,1541	-0,2268	0,9412
Precio del barril de petróleo	80	0,0210	0,3431	-0,6317	1,1652
Salario real	80	0,0411	0,0637	-0,0674	0,5580
Índice de precios al consumidor	80	0,0518	0,0826	-0,0093	0,5878
Deflactor del PIB	80	0,0604	0,0759	-0,0318	0,4559
Exportaciones petroleras	80	0,0421	0,3025	-0,6514	1,2187
Exportaciones no petr. tradicionales	80	0,0717	0,1638	-0,2079	0,6157
Exportaciones no petr. no tradicionales	80	0,0540	0,1361	-0,2378	0,4680
Importaciones de bienes de consumo	80	0,0847	0,2147	-0,2794	1,1211
Importaciones de materia prima	80	0,0585	0,1402	-0,1795	0,4881
Importaciones de bienes de capital	80	0,0795	0,2286	-0,3715	0,9913
Términos de intercambio	80	0,0255	0,1846	-0,4164	0,5925
Tipo de cambio real	80	-0,0140	0,0843	-0,3826	0,1776
Ingresos petroleros del SPNF	80	0,0997	0,5310	-0,7325	2,3391
Ingresos no petroleros del SPNF	80	0,0608	0,1040	-0,2770	0,2924
Gasto corriente del SPNF	80	0,0640	0,1323	-0,2553	0,5203
Gasto de capital del SPNF	80	0,1065	0,3672	-0,5060	1,4381
Créditos al sector privado	80	0,0637	0,0920	-0,1923	0,1974
Depósitos a la vista	80	0,0761	0,1112	-0,2120	0,3289
Cuasidinero	80	0,0763	0,0786	-0,1900	0,2214

Elaborado por: La autora

**Anexo 3: Pruebas de raíz unitaria**

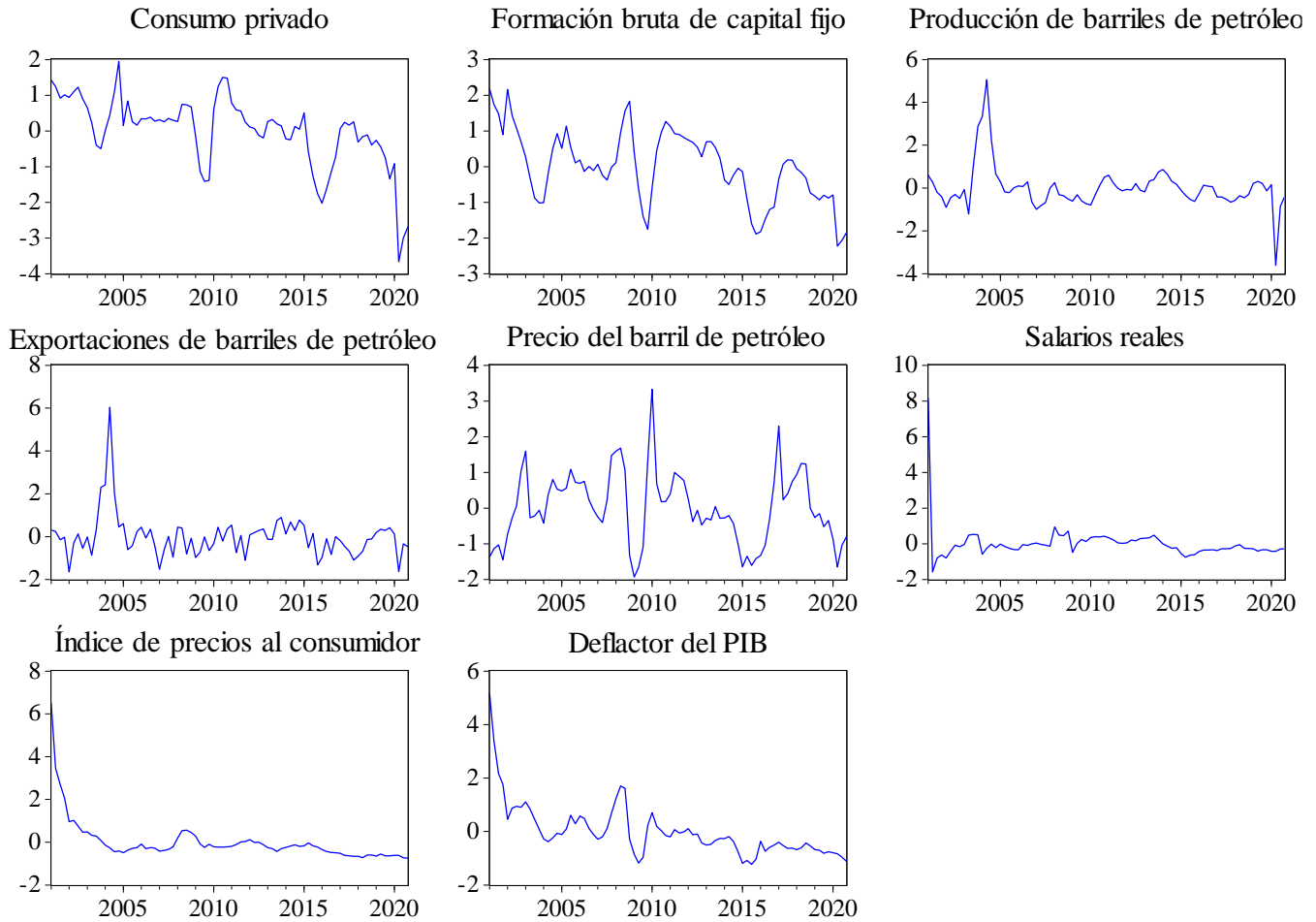
Variable	Dickey-Fuller		Phillips-Perron	
	aumentado			
	t-statistic	p-value	t-statistic	p-value
PIB	-3,8148**	0,0209	-2,7751	0,2108
Consumo privado	-4,7351***	0,0013	-3,4712**	0,0496
Formación bruta de capital fijo	-4,2781***	0,0056	-2,9848	0,1430
Producción de barriles de petróleo	-4,1190***	0,0089	-4,1610***	0,0079
Exportaciones de barriles de petróleo	-5,0730***	0,0004	-5,0328***	0,0005
Precio del barril de petróleo	-4,8048***	0,0000	-4,0122***	0,0001
Salario real	-23,7492***	0,0001	-14,7267***	0,0001
Índice de precios al consumidor	-5,5553***	0,0001	-13,1850***	0,0001
Deflactor del PIB	-5,4477***	0,0001	-6,7929***	0,0000
Exportaciones petroleras	-5,0914***	0,0004	-4,2470***	0,0061
Exportaciones no petroleras	-2,4197**	0,0160	-3,3115***	0,0012
Exportaciones no petr. tradicionales	-3,1533	0,1017	-3,6223**	0,0342
Exportaciones no petr. no tradicionales	-4,0935***	0,0017	-4,1323***	0,0015
Importaciones de bienes de consumo	-4,4407***	0,0035	-5,5951***	0,0001
Importaciones de materia prima	-6,4376***	0,0000	-4,9423***	0,0007
Importaciones de bienes de capital	-5,1701***	0,0003	-4,9211***	0,0007
Términos de intercambio	-5,1015***	0,0001	-4,4557***	0,0005
Tipo de cambio real	-3,3914*	0,0603	-4,5468***	0,0024
Ingresos petroleros del SPNF	-2,8938*	0,0508	-4,9858***	0,0001
Ingresos no petroleros del SPNF	-2,9428	0,1555	-6,7644***	0,0000
Gasto corriente del SPNF	-5,0537***	0,0001	-5,0640***	0,0001
Gasto de capital del SPNF	-4,3437***	0,0047	-7,0210***	0,0000
Créditos al sector privado	-1,6006	0,1026	-2,3384**	0,0196
Depósitos a la vista	-5,2441***	0,0001	-4,1062***	0,0092
Cuasidinerio	-2,1862	0,4900	-3,6102**	0,0353

Elaborado por: La autora



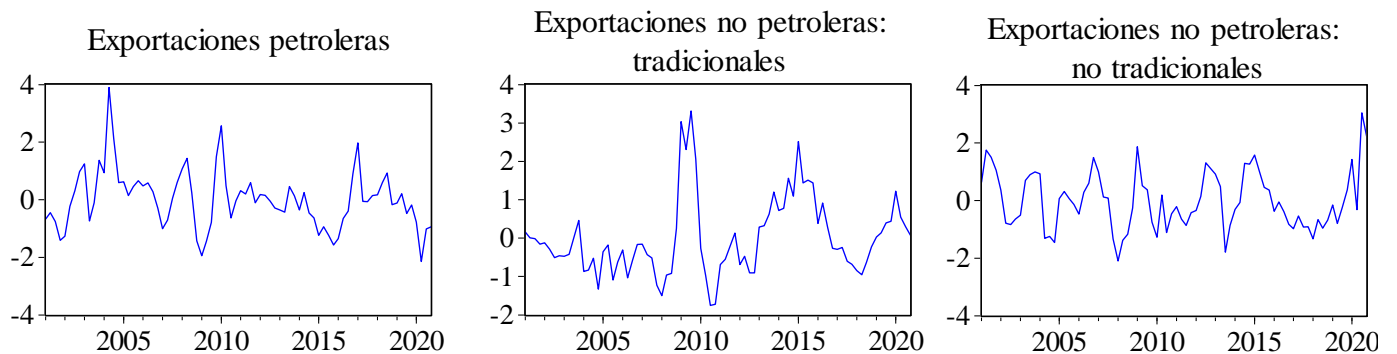
Anexo 4: Series transformadas

Series trimestrales del sector real



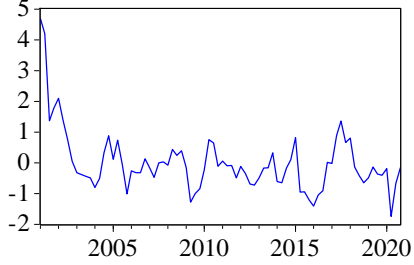
Elaborado por: La autora

Series trimestrales del sector externo

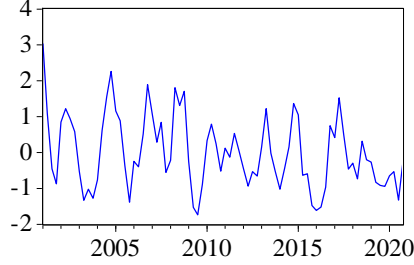




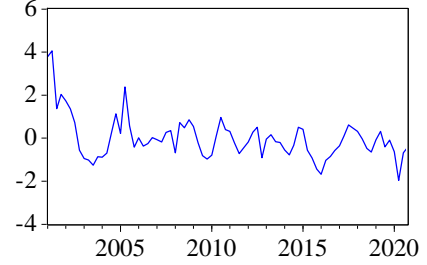
Importaciones de bienes de consumo



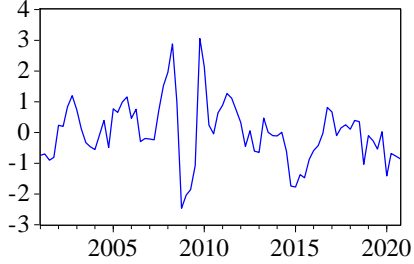
Importaciones de materia prima



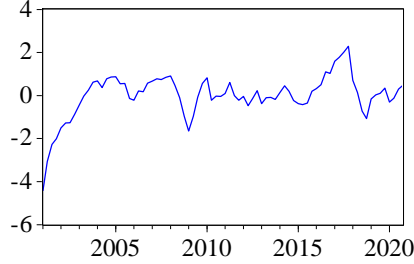
Importaciones de bienes de capital



Términos de intercambio



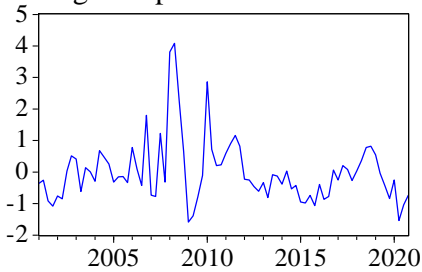
Tipo de cambio real



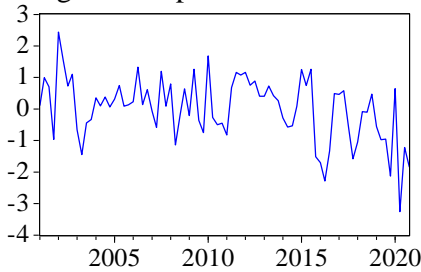
Elaborado por: La autora

Series trimestrales del sector fiscal

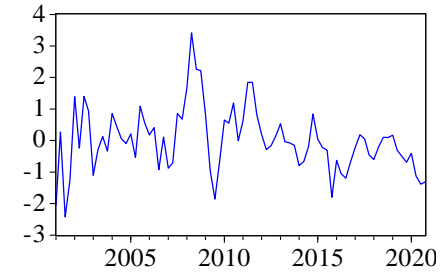
Ingresos petroleros del SPNF



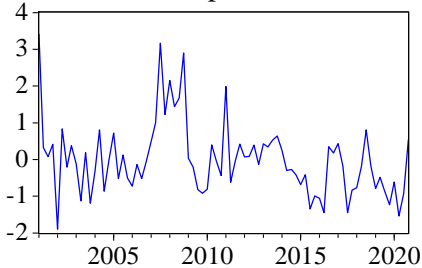
Ingresos no petroleros del SPNF



Gasto corriente del SPNF



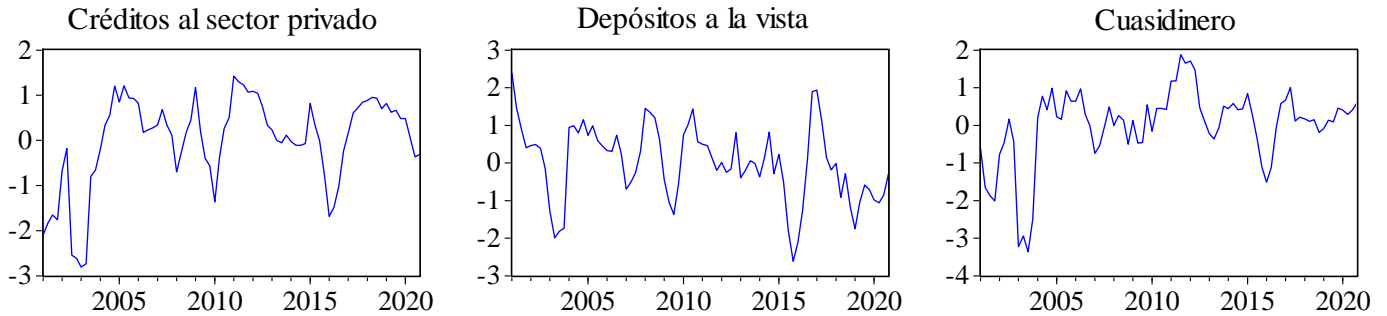
Gasto de capital del SPNF



Elaborado por: La autora



Series trimestrales del sector financiero y monetario



Elaborado por: La autora

Anexo 5: Resultados por el método de máxima verosimilitud y el filtro de Kalman

Sample: 1 - 80	Number of obs	80
Log likelihood = -2168,3564	Wald chi2(26)	5471,66
	Prob > chi2	0,0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z 	[95% Conf. Interval]		
IDM							
	IDM						
L1.	2,8023	0,3349	8,37	0,0000	2,1459	3,4587	
L2.	-3,3508	0,7773	-4,31	0,0000	4,8743	-1,8273	
L3.	2,0496	0,7171	2,86	0,0040	0,6440	3,4552	
L4.	-0,5173	0,2691	-1,92	0,0550	1,0447	0,0102	
Consumo privado							
	IDM	0,0990	0,0449	2,21	0,0270	0,0111	0,1869
Formación bruta de capital fijo							
	IDM	0,1091	0,0465	2,35	0,0190	0,0179	0,2003
Producción de barriles de petróleo							
	IDM	0,0128	0,0164	0,78	0,4340	0,0193	0,0449
Precio del barril de petróleo							
	IDM	0,0185	0,0229	0,81	0,4200	0,0264	0,0635
Salarios reales							
	IDM	0,0580	0,0231	2,52	0,0120	0,0128	0,1033
Índice de precios al consumidor							
	IDM	0,0990	0,0328	3,02	0,0030	0,0347	0,1632
Deflactor del PIB							

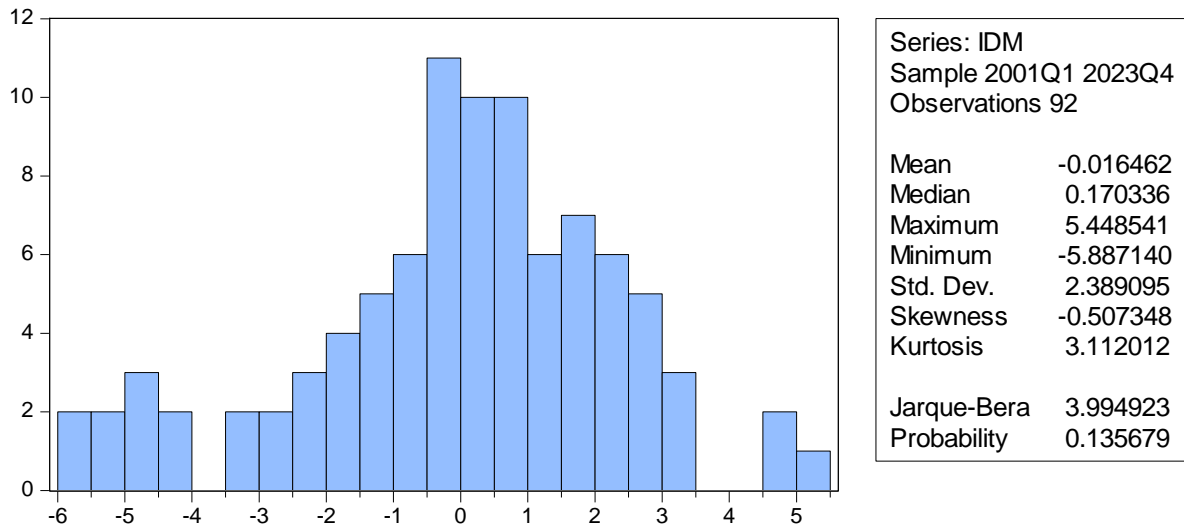


IDM	0,1063	0,0361	2,94	0,0030	0,0355	0,1771
Exportaciones petroleras						
IDM	0,0179	0,0207	0,86	0,3870	0,0226	0,0584
Exportaciones no petroleras: tradicionales						
IDM	-0,0485	0,0285	-1,70	0,0890	0,1044	0,0073
Exportaciones no petroleras: no tradicionales						
IDM	-0,0137	0,0211	-0,65	0,5180	0,0550	0,0277
Importaciones de bienes de consumo						
IDM	0,1076	0,0386	2,79	0,0050	0,0320	0,1833
Importaciones de materia prima						
IDM	0,0809	0,0367	2,21	0,0270	0,0090	0,1528
Importaciones de bienes de capital						
IDM	0,1046	0,0389	2,69	0,0070	0,0284	0,1809
Términos de intercambio						
IDM	0,0248	0,0211	1,18	0,2400	0,0165	0,0660
Tipo de cambio real						
IDM	-0,0688	0,0250	-2,75	0,0060	-0,1179	-0,0198
Ingresos petroleros del SPNF						
IDM	0,0318	0,0232	1,37	0,1710	0,0137	0,0774
Ingresos no petroleros del SPNF						
IDM	0,0507	0,0270	1,88	0,0610	0,0023	0,1036
Gasto corriente del SPNF						
IDM	0,0332	0,0283	1,17	0,2400	0,0222	0,0886
Gasto de capital del SPNF						
IDM	0,0655	0,0288	2,28	0,0230	0,0091	0,1219
Créditos al sector privado						
IDM	-0,0258	0,0198	-1,30	0,1930	0,0647	0,0131
Depósitos a la vista						
IDM	0,0878	0,0387	2,27	0,0230	0,0118	0,1637
Cuasidinero						
IDM	-0,0075	0,0196	-0,38	0,7010	0,0460	0,0309

Elaborado por: La autora

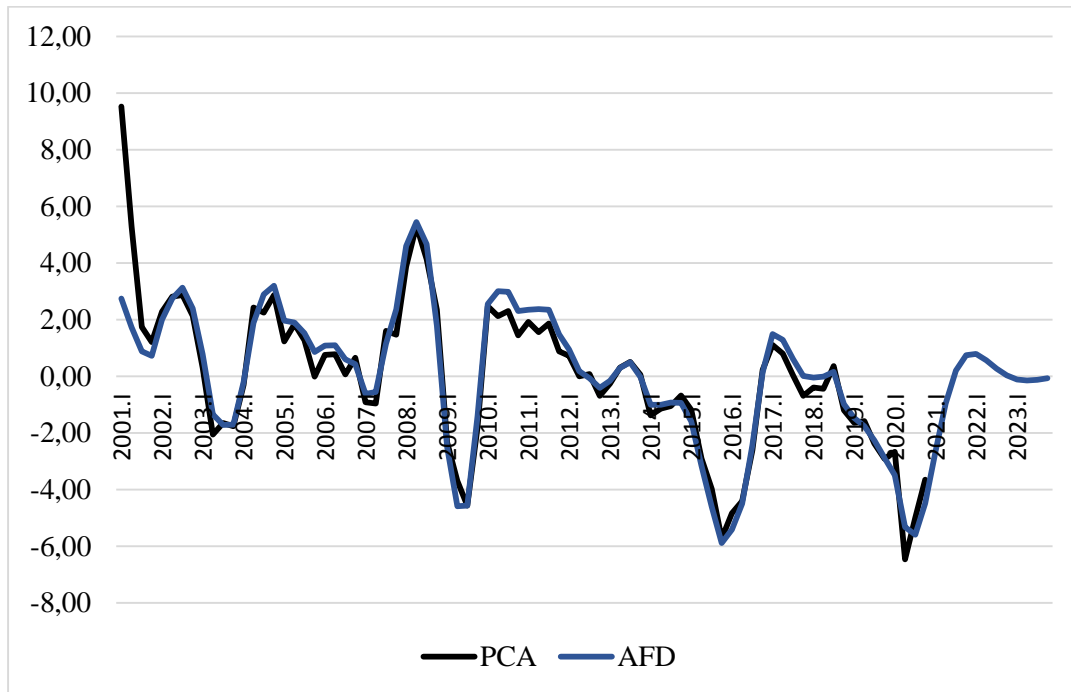


Anexo 6: Distribución del IDM



Elaborado por: La autora

Anexo 7: IDM estimado por PCA y por el AFD



Elaborado por: La autora



Anexo 8: Probabilidades filtradas de cada estado

Trimestre	$P(S(t)=0)$	$P(S(t)=1)$
2001.I	0,00012	0,99988
2001.II	0,00014	0,99986
2001.III	0,00072	0,99928
2001.IV	0,00098	0,99902
2002.I	0,00009	0,99991
2002.II	0,00002	0,99998
2002.III	0,00001	0,99999
2002.IV	0,00004	0,99996
2003.I	0,00087	0,99913
2003.II	0,04846	0,95154
2003.III	0,16752	0,83248
2003.IV	0,32332	0,67668
2004.I	0,05177	0,94823
2004.II	0,00022	0,99978
2004.III	0,00002	0,99998
2004.IV	0,00001	0,99999
2005.I	0,00009	0,99991
2005.II	0,00010	0,99990
2005.III	0,00021	0,99979
2005.IV	0,00075	0,99925
2006.I	0,00049	0,99951
2006.II	0,00048	0,99952
2006.III	0,00124	0,99876
2006.IV	0,00173	0,99827
2007.I	0,01284	0,98716
2007.II	0,01355	0,98645
2007.III	0,00054	0,99946
2007.IV	0,00004	0,99996
2008.I	0,00000	1,00000
2008.II	0,00000	1,00000
2008.III	0,00000	1,00000
2008.IV	0,00013	0,99987
2009.I	0,30814	0,69186
2009.II	0,99545	0,00455
2009.III	0,99960	0,00040
2009.IV	0,86384	0,13616
2010.I	0,00176	0,99824
2010.II	0,00001	0,99999
2010.III	0,00001	0,99999
2010.IV	0,00005	0,99995



2011.I	0,00004	0,99996
2011.II	0,00004	0,99996
2011.III	0,00004	0,99996
2011.IV	0,00023	0,99977
2012.I	0,00064	0,99936
2012.II	0,00272	0,99728
2012.III	0,00454	0,99546
2012.IV	0,00893	0,99107
2013.I	0,00603	0,99397
2013.II	0,00246	0,99754
2013.III	0,00157	0,99843
2013.IV	0,00414	0,99586
2014.I	0,02749	0,97251
2014.II	0,03862	0,96138
2014.III	0,03835	0,96165
2014.IV	0,03931	0,96069
2015.I	0,12611	0,87389
2015.II	0,85765	0,14235
2015.III	0,99932	0,00068
2015.IV	0,99997	0,00003
2016.I	0,99992	0,00008
2016.II	0,99956	0,00044
2016.III	0,97771	0,02229
2016.IV	0,22856	0,77144
2017.I	0,00147	0,99853
2017.II	0,00034	0,99966
2017.III	0,00121	0,99879
2017.IV	0,00380	0,99620
2018.I	0,00443	0,99557
2018.II	0,00425	0,99575
2018.III	0,00307	0,99693
2018.IV	0,02546	0,97454
2019.I	0,08718	0,91282
2019.II	0,23843	0,76157
2019.III	0,66121	0,33879
2019.IV	0,96485	0,03515
2020.I	0,99643	0,00357
2020.II	0,99991	0,00009
2020.III	0,99995	0,00006
2020.IV	0,99955	0,00045
2021.I	0,98578	0,01422
2021.II	0,71549	0,28451
2021.III	0,08330	0,91670



2021.IV	0,00254	0,99746
2022.I	0,00088	0,99912
2022.II	0,00131	0,99869
2022.III	0,00233	0,99767
2022.IV	0,00376	0,99624
2023.I	0,00502	0,99498
2023.II	0,00554	0,99446
2023.III	0,00534	0,99466
2023.IV	0,00483	0,99517

Anexo 9: Comparación del IDM con otros indicadores

Periodo	Tasas de variación interanuales				
	IDM	Ciclo IDM	PIB	IDEAC	INA-R
2001.I	2,7416	1,0644	0,0595	0,0980	
2001.II	1,7328	0,1170	0,0521	0,0583	
2001.III	0,8816	-0,6734	0,0286	0,0528	
2001.IV	0,7243	-0,7714	0,0217	0,0482	
2002.I	1,9993	0,5613	0,0357	0,0521	
2002.II	2,7504	1,3685	0,0416	0,0588	
2002.III	3,1257	1,7980	0,0481	0,0655	
2002.IV	2,3927	1,1166	0,0382	0,0660	
2003.I	0,7760	-0,4534	0,0359	0,0575	
2003.II	-1,3492	-2,5399	0,0040	0,0400	
2003.III	-1,7174	-2,8797	0,0189	0,0260	
2003.IV	-1,7074	-2,8527	0,0497	0,0166	
2004.I	-0,2036	-1,3424	0,0613	0,0184	0,0203
2004.II	1,8816	0,7412	0,1023	0,0311	0,0435
2004.III	2,8916	1,7451	0,0901	0,0453	0,0250
2004.IV	3,2029	2,0487	0,0751	0,0567	0,0260
2005.I	1,9691	0,8074	0,0605	0,0577	-0,0219
2005.II	1,9032	0,7351	0,0586	0,0580	0,0045
2005.III	1,5221	0,3483	0,0485	0,0561	0,0385
2005.IV	0,8587	-0,3200	0,0440	0,0512	-0,0434
2006.I	1,0855	-0,0981	0,0428	0,0491	0,0427
2006.II	1,0947	-0,0942	0,0434	0,0477	0,0107
2006.III	0,5974	-0,5976	0,0539	0,0440	0,0162
2006.IV	0,4288	-0,7731	0,0358	0,0406	-0,0002
2007.I	-0,6241	-1,8339	0,0226	0,0324	-0,1350
2007.II	-0,5510	-1,7689	0,0160	0,0273	-0,0937
2007.III	1,1578	-0,0668	0,0182	0,0332	0,0128
2007.IV	2,3568	1,1299	0,0303	0,0438	0,1503
2008.I	4,5958	3,3738	0,0534	0,0634	0,2407



2008.II	5,4485	4,2407	0,0633	0,0814	0,1535
2008.III	4,6610	3,4769	0,0674	0,0893	-0,1269
2008.IV	1,7855	0,6319	0,0695	0,0789	-0,2250
2009.I	-2,4951	-3,6161	0,0408	0,0483	-0,2869
2009.II	-4,5889	-5,6802	0,0172	0,0159	-0,1373
2009.III	-4,5630	-5,6307	-0,0085	-0,0061	0,1224
2009.IV	-1,4108	-2,4601	-0,0250	-0,0037	0,2148
2010.I	2,5555	1,5235	0,0023	0,0197	0,2738
2010.II	3,0018	1,9917	0,0212	0,0382	0,1231
2010.III	2,9861	2,0073	0,0435	0,0507	0,0236
2010.IV	2,3092	1,3746	0,0743	0,0555	0,0062
2011.I	2,3529	1,4778	0,0790	0,0590	-0,0062
2011.II	2,3691	1,5699	0,0885	0,0614	-0,0594
2011.III	2,3458	1,6397	0,0870	0,0630	-0,0551
2011.IV	1,4765	0,8799	0,0607	0,0593	-0,1002
2012.I	0,9449	0,4731	0,0701	0,0538	-0,0995
2012.II	0,1843	-0,1500	0,0591	0,0459	-0,0086
2012.III	-0,0638	-0,2498	0,0513	0,0392	-0,0010
2012.IV	-0,4037	-0,4331	0,0456	0,0327	0,0189
2013.I	-0,1560	-0,0227	0,0439	0,0296	-0,0046
2013.II	0,2912	0,5916	0,0455	0,0300	0,0037
2013.III	0,4921	0,9621	0,0576	0,0314	0,0523
2013.IV	-0,0270	0,6131	0,0504	0,0294	-0,0327
2014.I	-1,0079	-0,2004	0,0409	0,0227	0,0101
2014.II	-1,0024	-0,0331	0,0417	0,0182	0,0183
2014.III	-0,9257	0,1967	0,0347	0,0155	0,0102
2014.IV	-0,9410	0,3228	0,0343	0,0136	0,0575
2015.I	-1,5966	-0,2064	0,0441	0,0087	-0,0272
2015.II	-3,1673	-1,6691	0,0037	-0,0033	-0,0624
2015.III	-4,6138	-3,0290	-0,0145	-0,0194	-0,1026
2015.IV	-5,8871	-4,2396	-0,0279	-0,0374	-0,0450
2016.I	-5,4052	-3,7189	-0,0325	-0,0471	-0,0524
2016.II	-4,4956	-2,7923	-0,0101	-0,0486	0,0582
2016.III	-2,4260	-0,7226	-0,0111	-0,0383	0,0416
2016.IV	0,1353	1,8280	0,0051	-0,0172	0,0602
2017.I	1,4887	3,1671	0,0186	0,0047	0,1519
2017.II	1,2833	2,9495	0,0230	0,0185	0,0169
2017.III	0,6099	2,2695	0,0290	0,0242	0,0368
2017.IV	0,0142	1,6749	0,0240	0,0248	-0,0391
2018.I	-0,0409	1,6291	0,0165	0,0249	-0,0294
2018.II	-0,0123	1,6745	0,0173	0,0251	0,0361
2018.III	0,1564	1,8659	0,0144	0,0262	0,1339
2018.IV	-0,9768	0,7588	0,0034	0,0207	-0,0174



2019.I	-1,4713	0,2901	0,0128	0,0142	-0,0624
2019.II	-1,7621	0,0204	0,0070	0,0082	-0,0823
2019.III	-2,2629	-0,4686	-0,0006	0,0013	-0,1520
2019.IV	-2,8817	-1,0891	-0,0187	-0,0067	0,0170
2020.I	-3,4941	-1,7210	-0,0183	-0,0156	-0,1739
2020.II	-5,3206	-3,5882	-0,1236	-0,0317	-0,1387
2020.III	-5,5881	-3,9200	-0,0910	-0,0442	0,0263
2020.IV	-4,4855	-2,9057	-0,0771	-0,0466	-0,0466

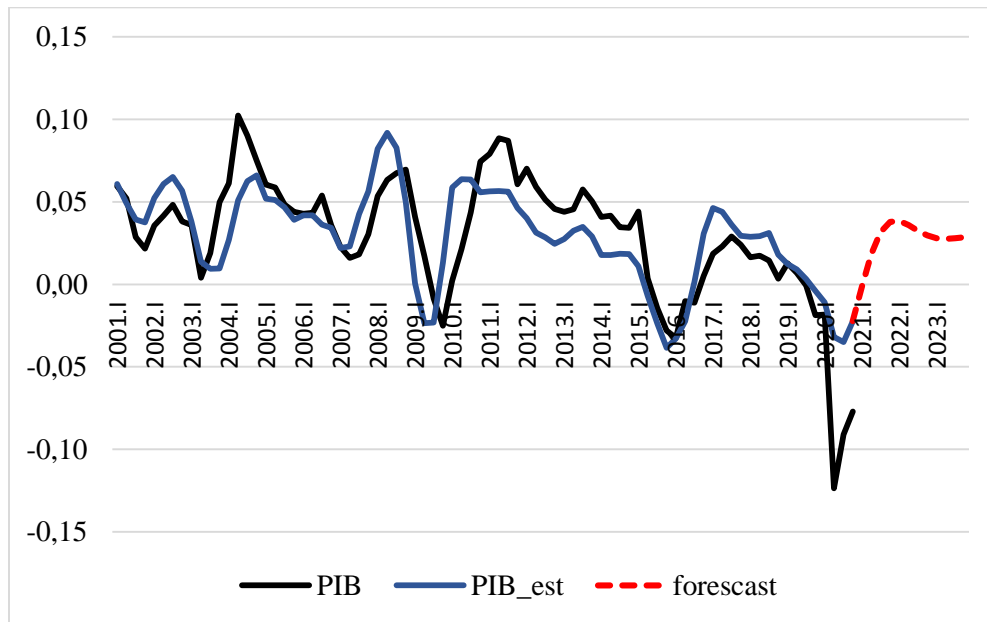
Anexo 10: Variables utilizadas en el cálculo del IDEAC y del INA-R

IDEAC	INA-R
Volumen de exportación de banano, café y cacao	Ventas de las empresas incluidas en los siguientes sectores productivos:
Volumen de exportación de flores naturales	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
Volumen de exportación de otros cultivos	Pesca
Volumen de importación de trigo	Explotación de minas y canteras
Volumen de exportación de atún y pescado	Industrias manufactureras
Volumen de exportación de camarón	Suministro de electricidad, gas y agua
Producción nacional de petróleo	Construcción
Volumen de exportación por producto	Comercio al por mayor y al por menor
Energía facturada	Hoteles y restaurantes
Permisos de construcción en metros cuadrados	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
IVA recibido	Intermediación financiera
Venta de gasolina y diesel	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
Servicios Bancarios	Administración pública y defensa
Gastos del Gobierno	Enseñanza
	Actividades de servicios sociales y de salud
	Otras actividades comunitarias (tipo servicios)

Elaborado por: La autora

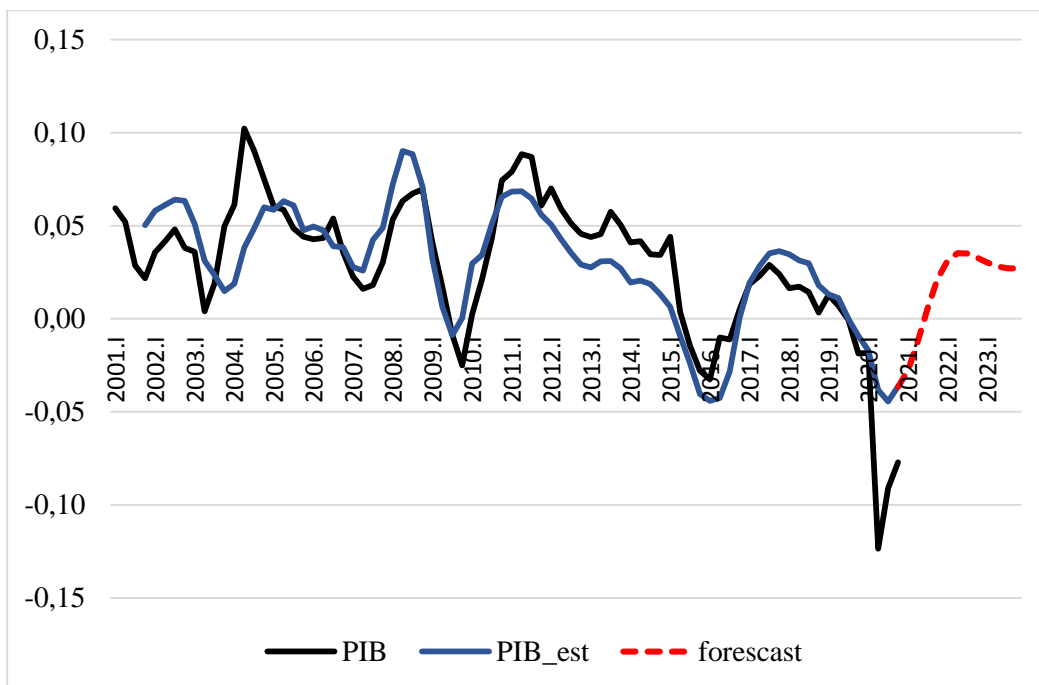


Anexo 11: Gráfico del pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la primera especificación



Elaborado por: La autora

Anexo 12: Gráfico del pronóstico de la tasa de variación interanual del PIB utilizando la segunda especificación



Elaborado por: La autora