

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN GESTIÓN DE LA
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MODELO ESTADÍSTICO PARA LA
ESTIMACIÓN DE RECAUDACIONES ADUANERAS EN EL
ECUADOR**

AUTOR:

ANDREA KATHERINE PÉREZ VARGAS

Guayaquil - Ecuador

2022

RESUMEN

En el comercio internacional, las importaciones y exportaciones son factores claves que permiten que un país tenga un crecimiento y reconocimiento económico. Las importaciones se encuentran gravadas con impuestos que se traducen en recaudaciones aduaneras. Estas últimas, a su vez, son una de las principales fuentes de financiamiento de un país. En este sentido, con la finalidad de pronosticar las recaudaciones de la administración aduanera, en este documento se presentan los principales resultados como parte de la identificación, ajuste y validación del modelo estadístico adecuado, obtenido a partir de la aplicación de un modelo univariante ARIMA, en el cual se evidenció, entre otras cosas, que los residuos del dicho modelo no están autocorrelacionados. Para este estudio se utilizó la información que se encuentra en el Portal de Datos Abiertos, plataforma del Gobierno Nacional, disponible para el público en general.

Palabras clave: *Recaudaciones, importaciones, administración aduanera, modelo estadístico, ARIMA*

ABSTRACT

In international trades, imports and exports are key factors that allow a country to have an economic growth and recognition. Imports are taxed and turned into customs revenues. These incomes are one of the main sources for financing a nation. That being said, in order to forecast the collections of the customs administration, this project presents the main results as part of the identification, adjustment and validation for the appropriate statistical model, obtained from the application of an ARIMA univariate model, which it was proved, among with other things, that the residuals of the mentioned model are not autocorrelated. For reference, the Open Data Portal of the National Government was used for this evaluation, as it is available to the public.

Keywords: *Incomes, imports, customs administration, statistical model*

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos.

A Marco, mi novio, por su apoyo incondicional.

A Nicky, mi fiel compañera que me acompañó en todo este proceso, dormida la mayor parte del tiempo, pero a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a todos los profesores que han contribuido con mi desarrollo profesional.

Al Mgtr. Francisco Moreira, quien gracias a su conocimiento, experiencia, vocación y paciencia ha sabido guiarme para culminar este trabajo de titulación.

A mis amigos y compañeros de la maestría, por hacer este proceso divertido.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



Andrea Katherine Pérez Vargas

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Heydi Roa López
PRESIDENTE



M.Sc. Francisco Moreira Villegas
TUTOR



Sergio Bauz Olvera, Ph.D.
VOCAL



Christian Galarza Morales, Ph.D.
VOCAL

ABREVIATURAS O SIGLAS

PGE	Presupuesto General del Estado
COPCI	Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones
SENAE	Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
ICE	Impuesto a los Consumos Especiales
IVA	Impuesto al Valor Agregado
ADVALOREM	Arancel Cobrado a las Mercancías
FODINFA	Fondo de Desarrollo para la Infancia

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Alcance	3
CAPÍTULO 2	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Importaciones.....	4
2.2. Recaudaciones.....	6
2.3. Estado del arte	7
CAPÍTULO 3	10
3. METODOLOGÍA	10
3.1. Gestión de datos	14
3.1.1. Análisis descriptivo.....	15
CAPÍTULO 4	19
4. RESULTADOS.....	19
4.1. Análisis Exploratorio de Datos.....	19
4.2. Ajuste del Modelo.....	21
4.3. Modelo ARIMA	30
4.4. Validación del modelo	30

4.5. Previsiones a largo plazo con el modelo completo.....	33
CAPÍTULO 5	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones.....	37
6. Referencias.....	38
7. Apéndices y anexos	40
7.1. Script en R	40

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1: Acuerdos comerciales Ecuador	5
Figura 2. 2: Proceso cuantitativo	10
Figura 3. 1: Recaudaciones por tributos	16
Figura 4. 1: Recaudaciones de tributos aduaneros en dólares	19
Figura 4. 2: Relación entre las varianzas y las medias	20
Figura 4. 3: Dispersión de datos	21
Figura 4. 4: Homogenización de varianza	21
Figura 4. 5: Homogenización de varianza	22
Figura 4. 6: Descomposición de la serie de datos.....	23
Figura 4. 7: Análisis de índices estacionales.....	24
Figura 4. 8: Eliminación de serie estacional	25
Figura 4. 9: Serie sin componente serie estacional.....	26
Figura 4. 10: Diferenciación regular	27
Figura 4. 11: Diferenciación regular	28
Figura 4. 12: Series estacionarias ACF – PACF	29
Figura 4. 13: Gráficos de distribución.....	31
Figura 4. 14: Prueba de Ljung-Box	32
Figura 4. 15: Validación del modelo sin constante	33
Figura 4. 16: Previsiones con modelo completo.....	34

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4 2: Valores pronosticados con intervalos de confianza del 95%.....	35
---	----

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Presupuesto General del Estado (PGE) es “el instrumento para la determinación y gestión de los ingresos y egresos del Estado, e incluye todos los ingresos y egresos del sector público, con excepción de los pertenecientes a la seguridad social, la banca pública, las empresas públicas y los gobiernos autónomos descentralizados.”¹ Entre los ingresos del sector público se encuentran los ingresos fiscales que están clasificados en permanentes y no permanentes. Los ingresos permanentes son aquellos que son recibidos de manera continua, periódica y previsible por parte de las entidades, instituciones y organismos públicos. En esta categoría se encuentran los impuestos como valor agregado (IVA), impuesto a la renta, impuesto a los consumos especiales (ICE), a la salida de divisas, aranceles, entre otros.

Los ingresos permanentes son recaudados por las administraciones tributaria y aduanera del Ecuador en función de las competencias establecidas para cada una de las instituciones. La administración aduanera, como entidad gubernamental encargada del control y facilitación en el ingreso y salida de mercancías en el país, aporta en dichos ingresos por medio de las recaudaciones, tales como Arancel y Fodinfra (Fondo de Desarrollo para la Infancia), las mismas que están relacionadas a las actividades de comercio exterior.

Para el año 2022 se estableció el monto de recaudación de USD 1.179,47 millones como concepto de “Arancelarios a las Importaciones”, el cual representa una participación del 8,70% sobre el total de ingresos tributarios reportados en la Proforma Presupuestaria².

¹ Sección Cuarta, Presupuesto General del Estado, Artículo 292 de la Constitución de la República del Ecuador

² Justificativo de la Proforma del Presupuesto General del Estado 2022: https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/10/Anexos-proforma-2022_compressed.pdf

El monto de recaudación por ingresos arancelarios planteado en la Proforma del Presupuesto General del Estado para el 2022 tiene una variación positiva del 31,03% en comparación al año 2021; aumento que es atribuido en parte a la publicación del Decreto Ejecutivo N° 68 que declara como política pública prioritaria la Facilitación del Comercio y de la Producción, la Simplificación de Trámites y la Agenda de Competitividad

Es importante tomar en consideración que factores internos y/o externos, como las reformas de políticas comerciales, disminución de flujo comercial por afectaciones en otros países, entre otros, pueden llegar a tener repercusión directa en el cumplimiento de la meta planteada y, por ende, puede verse afectada el monto establecido en la Proforma Presupuestaria aprobada.

1.2. Descripción del problema

La recaudación de ingresos tributarios es la principal fuente de financiamiento del país. Cualquier afectación, tanto interna como externa, tiene repercusión directa en el cumplimiento de la meta de recaudación y, por consiguiente, puede incidir sobre la capacidad financiera del gobierno para afrontar con las obligaciones adquiridas.

Estos ingresos, al depender directamente de las actividades de comercio exterior, son susceptibles a ajustes y/o modificaciones, tales como la implementación de nuevas políticas comerciales, firmas de acuerdos comerciales con otros países, disminución de flujo comercial por afectaciones en otros países.

Con este antecedente, se plantea construir un modelo estadístico que se ajuste al entorno interno y externo del país, en materia de comercio exterior, mediante la evaluación de modelos multivariantes que permitan identificar el modelo óptimo para su posterior aplicación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Obtener un modelo estadístico validado, mediante análisis multivariante de pronósticos, a través del cual se estimen las recaudaciones aduaneras en relación a las importaciones en el Ecuador.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Analizar datos históricos de las variables identificadas.
- b. Diseñar modelos estadísticos para las estimaciones de recaudaciones.
- c. Evaluar modelos para posterior selección del que presenta mejor ajuste.
- d. Validar estimaciones de recaudaciones en comparación con el modelo seleccionado.

1.4. Hipótesis

La aplicación de un modelo estadístico adecuado permitirá el pronóstico de las recaudaciones aduaneras.

1.5. Alcance

El caso de estudio está enmarcado en plantear un modelo adecuado para estimar los ingresos permanentes por parte de la entidad gubernamental aduanera del Ecuador, utilizando información de libre acceso generada a partir del año 2013 hasta el mes de julio de 2022.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se describe el marco en el que se sustenta la investigación. Se detallan los conceptos de las importaciones, recaudaciones; así como el respectivo estado de arte.

2.1. Importaciones

En Ecuador, uno de los componentes más importantes tanto para la economía y otros sectores, es el comercio a nivel nacional o internacional; sin embargo, en el comercio internacional, las importaciones y exportaciones son factores claves que permiten que el país tenga un crecimiento y reconocimiento económico.

Históricamente, la balanza comercial ha sido una variable muy importante para el desarrollo económico y la prosperidad del país, donde la importancia de las exportaciones e importaciones es necesaria como factor condicionante para la flexibilidad de la tasa de crecimiento.

La balanza comercial es un registro del comercio de importación y exportación creado en la actividad comercial del país durante un determinado período de tiempo, que aparece como uno de los componentes de la balanza de pagos. La diferencia entre la balanza de importaciones y exportaciones se denomina balanza comercial, la cual puede ser positiva o negativa. Un saldo positivo se denomina superávit y se produce cuando las exportaciones superan a las importaciones; si es negativo, es un déficit comercial que se produce cuando las importaciones superan a las exportaciones. [1]

La importación, por su parte, *“es la acción de ingresar mercancías extranjeras al país cumpliendo con las formalidades y obligaciones aduaneras”*. [2]

Por otra parte, De Gregorio menciona que “Las importaciones corresponden a la demanda de los nacionales por bienes importados, y por lo tanto dependerá del precio relativo y del nivel de ingresos. Cuando el tipo de cambio sube, se requieren más bienes nacionales para comprar uno extranjero, por tanto, ante un aumento de q , la demanda por bienes extranjeros se reduce. Cuando aumenta el ingreso nacional, también aumenta la demanda por todo tipo de bienes, lo que implica un aumento de la demanda por bienes importados.” [3]

De acuerdo a lo indicado por Blanchard, Amighini y Giavazzi, las importaciones “son las compras de bienes y servicios extranjeros por parte de los consumidores interiores, las empresas interiores y el estado.” [4] Estas son facilitadas por economías abiertas, economías que han establecido relaciones comerciales con otros países, ya sean relaciones comerciales bilaterales o multilaterales.

Los acuerdos comerciales modifican las condiciones para el desarrollo de la actividad económica de los países, amplían las actividades que existían antes de la celebración de los acuerdos y crean condiciones para la provisión de bienes y servicios intermedios y finales. Si bien existen diversas motivaciones para mejorar las condiciones de acceso mutuo a los mercados, el objetivo final generalmente es mejorar el bienestar de los habitantes de los países que participan en el acuerdo de integración comercial. [5]

A agosto 2022, Ecuador mantiene vigente 11 acuerdos comerciales lo que se encuentran detallados en la figura 2.1.

Figura 2.1: Acuerdos comerciales Ecuador



Fuente: Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca

Es importante indicar que la principal fuente de recaudación de tributos está relacionada directamente a la importación a consumo de mercancías. [6] La importación a consumo *“es el régimen aduanero por el cual las mercancías importadas desde el extranjero o desde una Zona Especial de Desarrollo Económico pueden circular libremente en el territorio aduanero, con el fin de permanecer en él de manera definitiva, luego del pago de los derechos e impuestos a la importación, recargos y sanciones, cuando hubiere lugar a ellos, y del cumplimiento de las formalidades y obligaciones aduaneras.”* [7]

2.2. Recaudaciones

El Estado establece como una fuente principal de ingreso a los tributos como medio para obtener recursos que ayuden a financiar las necesidades del país, basándose en principios de legalidad, equidad, igualdad y generalidad.

Los impuestos a las importaciones se crearon con la finalidad de que constituyan una medida que proteja al mercado ante la presencia de productos, servicios o materias primas que, con similares o mejores características, se ofertan en el mercado interno.

De acuerdo a lo establecido en el COPCI *“La Aduana tiene por objeto: facilitar el comercio exterior y ejercer el control de la entrada y salida de mercancías, unidades de carga y medios de transporte por las fronteras y zonas aduaneras de la República, así como quienes efectúen actividades directa o indirectamente relacionadas con el tráfico internacional de mercancías; determinar y recaudar las obligaciones aduaneras causadas por efecto de la importación (...).”*³

La interacción con la cual se genera el cobro de tributos se lo conoce como obligación aduanera. Esta obligación *“es el vínculo jurídico entre la Administración Aduanera y la persona directa o indirectamente relacionada con cualquier formalidad, destino u operación aduanera, derivado del cumplimiento de las obligaciones correspondientes a cada una de ellas, en virtud de lo cual, aquellas*

³ Art. 205.- Naturaleza Jurídica, COPCI

mercancías quedan sometidas a la potestad aduanera, y los obligados al pago de los tributos al comercio exterior, recargos y sanciones a las que hubiere lugar.”⁴

La obligación aduanera, en el caso de las importaciones, es exigible desde el día en el que se autoriza el pago.⁵

Son considerados tributos al comercio exterior⁶ los siguientes rubros:

- Los derechos arancelarios;
- Los impuestos establecidos en leyes orgánicas y ordinarias, cuyos hechos generadores guarden relación con el ingreso o salida de mercancías; y,
- Las tasas por servicios aduaneros.

Considerando que los tributos al comercio exterior representan uno de los principales ingresos permanentes del país, la administración aduanera debe enfocarse en realizar actividades con la finalidad de detectar e impedir la evasión fiscal; además de implementar acciones que permitan luchar contra el fraude comercial, la evasión y la delincuencia transnacional. [8]

A junio 2022, la Administración Aduanera reporta un monto de recaudación total de USD 1.878 millones, lo que representa un incremento del 21% en comparación del mismo período del año anterior⁷. Vale mencionar que no se cuentan con datos respecto al cumplimiento de la meta de recaudación.

2.3. Estado del arte

El uso de series multivariantes para el pronóstico de recaudaciones aduanera es un campo en el cual no se han encontrado registros bibliográficos específicos; sin embargo, se detallan las investigaciones en las cuales se han utilizado modelos multivariantes.

⁴ Art. 107.- Obligación Aduanera, COPCI

⁵ Art. 113.- Exigibilidad de la Obligación Aduanera, COPCI

⁶ Art. 108.- Tributos al Comercio Exterior, COPCI

⁷ https://twitter.com/SENAE_Aduana/media

En el estudio Modelización de Series Multivariantes: VAR & VEC, Greta M. Ljung, hace referencia respecto a la cointegración, donde considera que: i) si la distribución cambia con el tiempo, la serie no es estacionaria; ii) dichas series no estacionarias no pueden ser utilizadas en modelos de regresión, porque pueden crear una relación falsa; iii) dos o más de estas series pueden formar parte de un modelo de regresión siempre y cuando estén cointegradas. [9].

En la tesis de grado *“Una aproximación mediante series de tiempo multivariantes, al impacto del sistema financiero en el crecimiento económico del Ecuador con énfasis en el crédito, para el período 2003-2015”*, de Félix Casares, se describen ventajas de usar series temporales multivariantes donde se destaca que; i) las variables son consideradas simétricas y endógenas; ii) La inclusión de variables explicativas permita la inserción de la dinámica de cada factor; iii) se pueden analizar efectos de comparar variables con otras [10].

En el trabajo de fin de grado *“Comparación de dos modelos de series temporales multivariantes para la predicción de la demanda eléctrica”*, María Ruiz, la autora, analiza los modelos con el propósito de determinar cuál es el más eficaz para realizar predicciones de demanda eléctrica [11].

El banco de datos del cual se pretendía realizar el estudio de las diferentes series temporales de forma separada, para luego realizar el análisis multivariante, se encontraba disponible, sin embargo, dichos datos no tenían consistencia, por lo que se ha considerado utilizar el modelo univariante ARIMA, utilizando únicamente los datos de las recaudaciones debido a que se identificó que están relacionadas de manera directa a las importaciones; dicho de otro manera, las recaudaciones son el resultado de los tributos causados por las importaciones.

En las siguientes investigaciones se detalla la aplicación del modelo: En el estudio *“Análisis y predicción de la recaudación tributaria en el Ecuador ante la COVID-19, aplicando el modelo ARIMA”* [12], los autores realizaron un análisis de las recaudaciones y las predicciones en el Ecuador, mediante la aplicación de modelos de series de tiempos.

En la tesis “*Pronóstico de la producción de leche en Panamá mediante el uso de series de tiempo*” [13], el autor utiliza instrumentos metodológicos de predicción como los métodos de Box-Jenkins con modelos ARIMA para estimar la producción de leche, evidenciándose que la serie presente estacionalidad y tendencia.

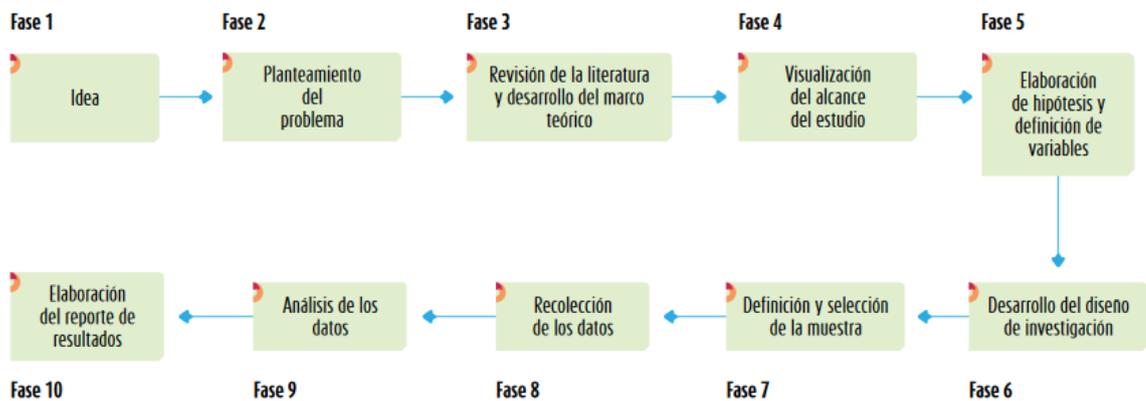
En el estudio “*Modelo estadístico para el pronóstico de ventas de una empresa antioqueña*” [14], Lozada aplica modelo ARIMA para pronosticar los próximos doce meses de ventas en electrodomésticos.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

La metodología de investigación aplicada en este estudio tendrá un enfoque cuantitativo. Este enfoque “*utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías*” [9], como se muestra en la figura 2.2.

Figura 2. 2: Proceso cuantitativo



Fuente: Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias

En el estudio se aplicará lógica deductiva, es decir, de lo general a lo particular. La investigación será de tipo descriptivo, estructurado y predeterminado (precede a la recolección de datos).

El método a utilizar parte del análisis de series temporales que se define como una técnica estadística para estimar el comportamiento de una serie de datos medidos en determinados momentos y ordenados cronológicamente; se definen como componentes de una serie temporal la “*tendencia*”, la “*estacionalidad*” y el “*componente cíclico*”.

- *Tendencia*: un aumento o disminución a largo plazo de los datos se denomina tendencia, lo que no implica necesariamente un comportamiento lineal; es el patrón subyacente en los datos a lo largo del tiempo.

- *Estacionalidad*: cuando una serie está influenciada por factores estacionales, es decir, un trimestre del año, mes o días de una semana, la estacionalidad existe en la serie; siempre es de un período fijo y conocido.
- *Cíclico*: cuando los datos muestran subidas y caídas que no son del período fijo, se denomina patrón cíclico.

Del desarrollo metodológico para una serie temporal se define un modelo autorregresivo integrado de medias móviles o ARIMA, como se muestra en la ecuación (1), el cual se suele expresar como ARIMA (p,d,q) donde los parámetros p , d y q son números enteros no negativos que indican el orden de las distintas componentes del modelo — respectivamente, las componentes: autorregresiva, integrada y de media móvil. La representación matemática del modelo corresponde de la siguiente forma:

$$Y_t = -(\Delta^d Y_t - Y_t) + \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta^d Y_{t-i} - \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

donde d corresponde a las diferencias que son necesarias para convertir la serie original en estacionaria, ϕ_1, \dots, ϕ_p son los parámetros pertenecientes a la parte "autorregresiva" del modelo, $\theta_1, \dots, \theta_q$ los parámetros pertenecientes a la parte "medias móviles" del modelo, ϕ_0 es una constante, y ε_i es el término de error (llamado también innovación o perturbación estocástica, esta última asociada más para modelos econométricos uniecuacionales o multiecuacionales).

Supuestos del modelo ARIMA:

- *Datos univariantes*, ARIMA funciona en una sola variable.
- *Datos estacionarios*, lo cual indica que las propiedades de la serie no dependen del momento donde se presentan; una serie temporal con ruido blanco y series temporales con comportamiento cíclico también pueden considerarse series estacionarias. Los métodos para conseguir que los datos sean estacionarios, se definen de la siguiente forma:
 - *Diferencia de datos* – calcula las diferencias entre observaciones consecutivas.

- *Logaritmo o raíz cuadrada* aplicada a la serie de datos para estabilizar la varianza no constante.
- *Tendencia* – se podrá ajustar los datos a algún tipo de curva y se modelará los residuales de ese ajuste.
- *Prueba de raíz unitaria* - esta prueba se usa para descubrir la primera diferencia o regresión que se debe usar en los datos de tendencias para hacerla estacionaria. En la prueba Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), los valores pequeños de p sugieren que se requiera una diferenciación.
- *Detección y corrección de estacionalidad*, lo cual se podrá realizar mediante los siguientes métodos:
 - Diagrama de subseries estacional.
 - Diagrama de caja múltiple.
 - Gráfico de autocorrelación.
 - Determinar el número de primeras diferencias necesarias para que las series temporales no sean estacionales.

Procedimiento:

1. Análisis Exploratorio de Datos

- *Análisis de autocorrelación* - para examinar la dependencia en serie; se utiliza para estimar qué valor en el pasado tiene una correlación con el valor actual. Proporciona la estimación p, d, q para los modelos ARIMA.
- *Análisis espectral* - para examinar el comportamiento cíclico; se realiza para describir cómo la variación en una serie temporal puede ser explicada por componentes cíclicos. También se conoce como un análisis en dominio de la frecuencia. Usando esto, los componentes periódicos en un ambiente ruidoso se pueden separar.
- *Estimación y descomposición de la tendencia* - se utiliza para el ajuste estacional; busca construir, a partir de una serie temporal observada, una serie *de componentes* (que podrían usarse para reconstruir la serie original) donde cada una de ellas tiene una característica determinada.

2. Ajuste del modelo.
3. Medidas de diagnóstico.

Elección del mejor modelo

El modelo ARIMA se realizará mediante la estimación de máxima verosimilitud (MLE), el cual intenta maximizar la función de verosimilitud estimando valores para los parámetros p , d y q , ajustando el mejor modelo ARIMA para el conjunto de datos que se han observado. Además, para un conjunto de modelos se calculan los criterios de Información de Akaike (AIC) y de información bayesiana (BIC) de Schwarz, siendo los mejores modelos los que presenten valores más bajos.

Al estimar los parámetros del modelo utilizando la estimación de máxima verosimilitud, es posible aumentar la calidad de ajuste agregando parámetros adicionales; sin embargo, esto podría también resultar en un ajuste excesivo. El BIC resuelve este problema introduciendo un término de penalización para el número de parámetros en el modelo. Junto con el AIC y BIC, también se deberán observar los valores de los coeficientes estimados y evaluar la pertinencia de incluir ese término o no de acuerdo con su nivel de significación.

Medidas de diagnóstico

Con la finalidad de identificar la validez del modelo, se deberán observar los coeficientes de autocorrelación muestral de los residuos y comprobar que ninguno de ellos supera el valor de las bandas de significatividad al 5% ($\pm 1,96(1/T^{1/2})$). El valor $T^{1/2}$ es una aproximación de la varianza asintótica. Así mismo, se intenta averiguar el patrón en los residuos del modelo elegido trazando el ACF de los residuos. Para el efecto, se deberán probar modelos modificados si la gráfica no parece un ruido blanco, luego de lo cual se calcularán los valores pronosticados.

Prueba de Ljung-Box

Con el fin de realizar el contraste de autocorrelaciones distintas de cero dentro de la serie de tiempo es necesario realizar la Prueba Q de Ljung-Box, la cual se define de la siguiente forma:

H_0 : Los residuos del modelo ARIMA no están autocorrelacionados

H_a : Los residuos del modelo ARIMA están autocorrelacionados

El estadístico de prueba está dado por la ecuación (2):

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^h \frac{\hat{\rho}_k^2}{n - k}, \quad (2)$$

donde n es el número de observaciones dentro de la serie de tiempo, $\hat{\rho}_k$ es la autocorrelación de la serie en el retraso k y h corresponde al total de retardos que se están probando. De acuerdo con el nivel de significancia α , la región crítica para el rechazo de la hipótesis nula está dada por la ecuación (3):

$$Q > \chi_{1-\alpha, h}^2 \quad (3)$$

Donde $\chi_{1-\alpha, h}^2$ corresponde al α -cuantil de la distribución chi-cuadrado con h grados de libertad.

3.1. Gestión de datos

Los datos se encuentran disponibles en la plataforma de información “Portal de Datos Abiertos”⁸. Las variables a considerar son las recaudaciones de los tributos aduaneros derivados de la importación de mercancías ingresadas bajo el régimen de importación a consumo, correspondiente al período de enero de 2013 a julio de 2022.

⁸ Iniciativa del Gobierno Central. Plataforma administrada por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, cuyo objetivo es “Implementar los datos abiertos en la Administración Pública Central a fin de fortalecer la participación ciudadana, la transparencia gubernamental, mejorar la eficiencia en la gestión pública, promover la investigación, el control social, el emprendimiento y la innovación en la sociedad” (ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2022-0021)

Link: <https://www.datosabiertos.gob.ec/dataset?q=aduana>

El presente trabajo se lo realiza por medio del software RStudio⁹, para lo cual los pronósticos de las recaudaciones tributarias se las ejecuta a partir de la función “auto.arima”, dentro del paquete “**forecast**”, el cual permite establecer métodos y herramientas para visualizar y analizar pronósticos de series de tiempo univariadas, incluido el suavizado exponencial y modelado de ARIMA automático.

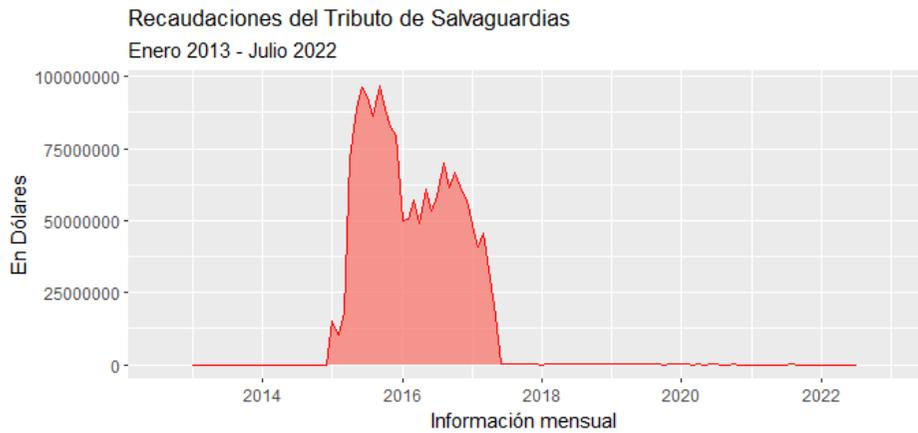
Dicha función devuelve el mejor modelo ARIMA posible, corrigiendo automáticamente las restricciones de orden establecidas, es decir, corrige la no estacionariedad de la serie, la presencia de estacionalidad y tendencia.

3.1.1. Análisis descriptivo

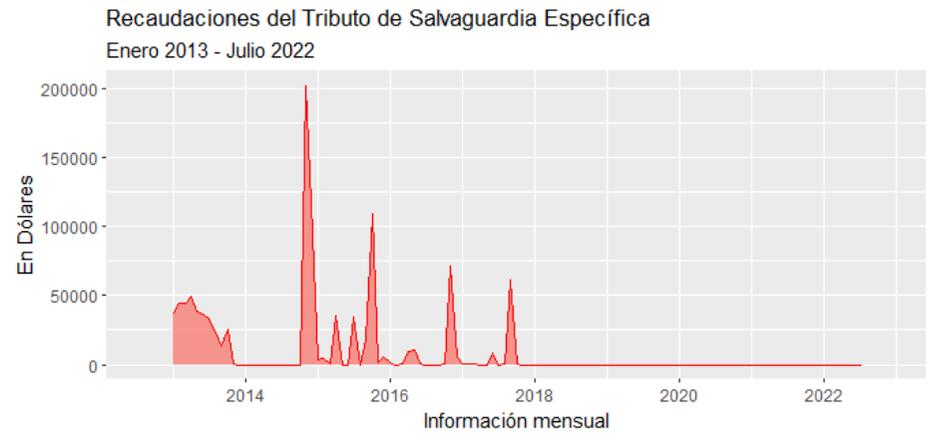
Para el modelo se están considerando 115 observaciones relacionadas a 10 variables. En función de dichas variables se han considerado las siguientes para realizar el respectivo análisis descriptivo:

⁹ R Studio es un software libre, con un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos.

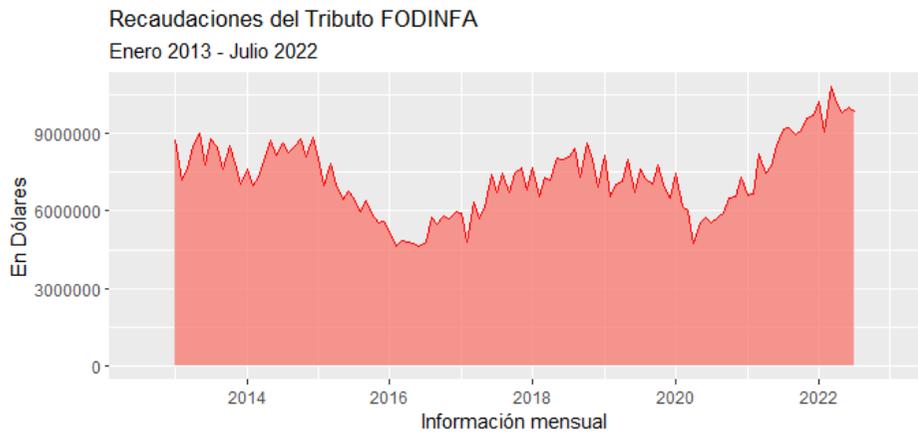
Figura 3. 1: Recaudaciones por tributos



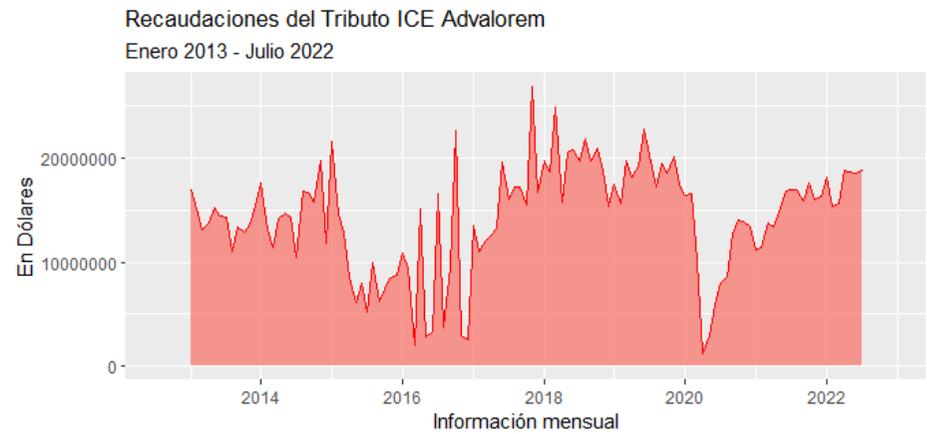
Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA



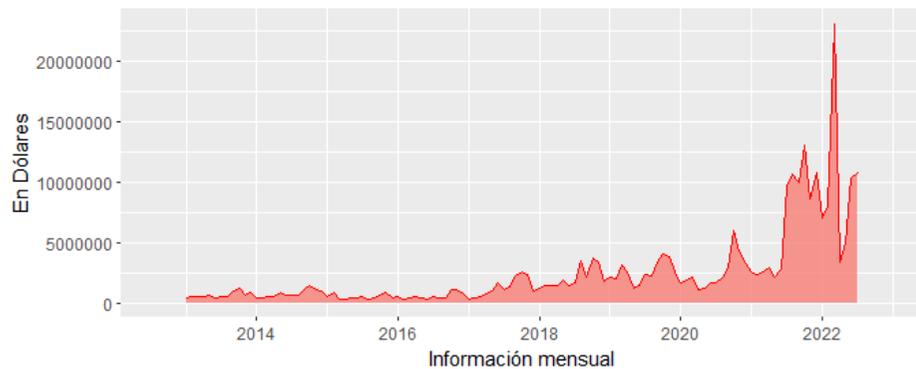
Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA

Recaudaciones del Tributo ICE Especifico

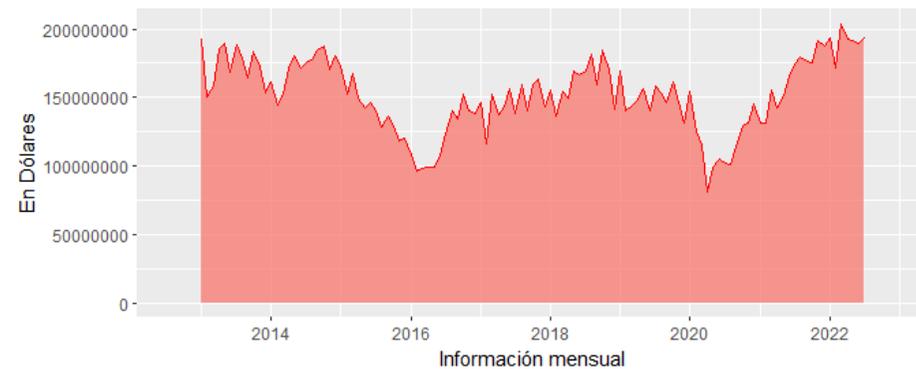
Enero 2013 - Julio 2022



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA

Recaudaciones del Tributo del IVA

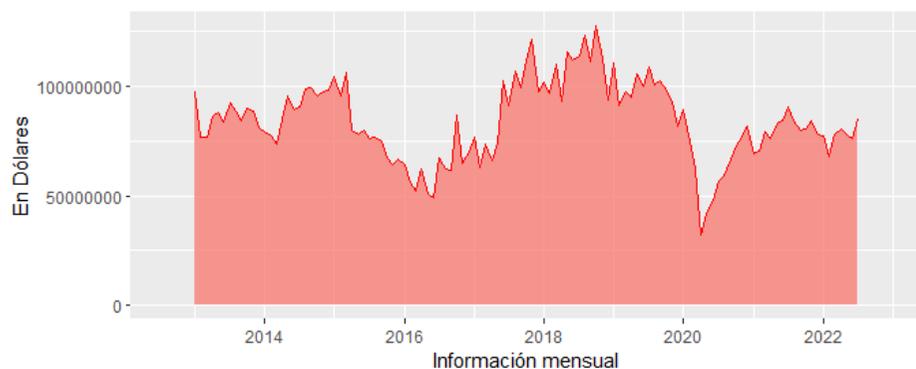
Enero 2013 - Julio 2022



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA

Recaudaciones del Tributo Advalorem

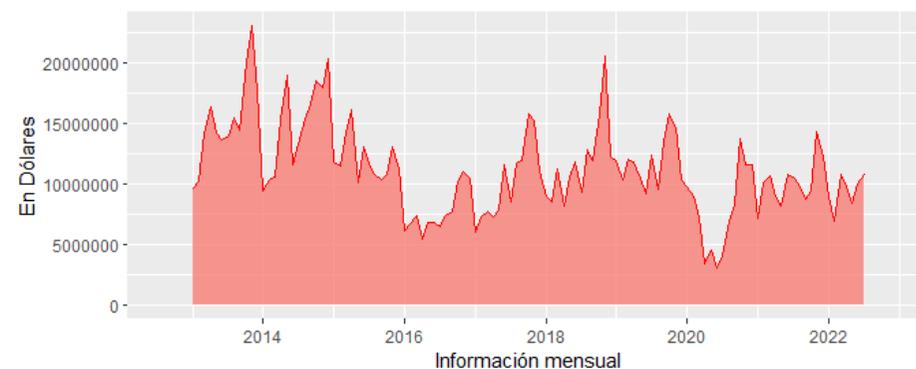
Enero 2013 - Julio 2022



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA

Recaudaciones del Tributo Advalorem Especifico

Enero 2013 - Julio 2022



Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA

Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

A continuación, se describen los resultados de los tributos de la Figura 3.1:

- a. Salvaguardia: Se evidencia un incremento en el rubro, debido a la aplicación de esta medida que buscaba regular las importaciones y equilibrar la balanza comercial.
- b. Salvaguardia específica: Se evidencia un comportamiento atípico, por lo que se presume que hubo una medida a nivel gubernamental que se implementó entre 2013 y 2018.
- c. Fodinfra (Fondo de Desarrollo para la Infancia): Mantiene un comportamiento similar al del IVA. Se puede observar que es constante.
- d. ICE advalorem: Se denota un comportamiento mensual continuo, con picos de incremento y decrecimiento.
- e. ICE específico: Se evidencia un comportamiento mensual continuo, que ha ido incrementando desde el año 2021.
- f. IVA: Rubro constante, comportamiento similar al del Fodinfra.
- g. Advalorem: Rubro constante en la recaudación.
- h. Advalorem específico: Rubro constante en la recaudación, con picos de incremento en períodos puntuales.

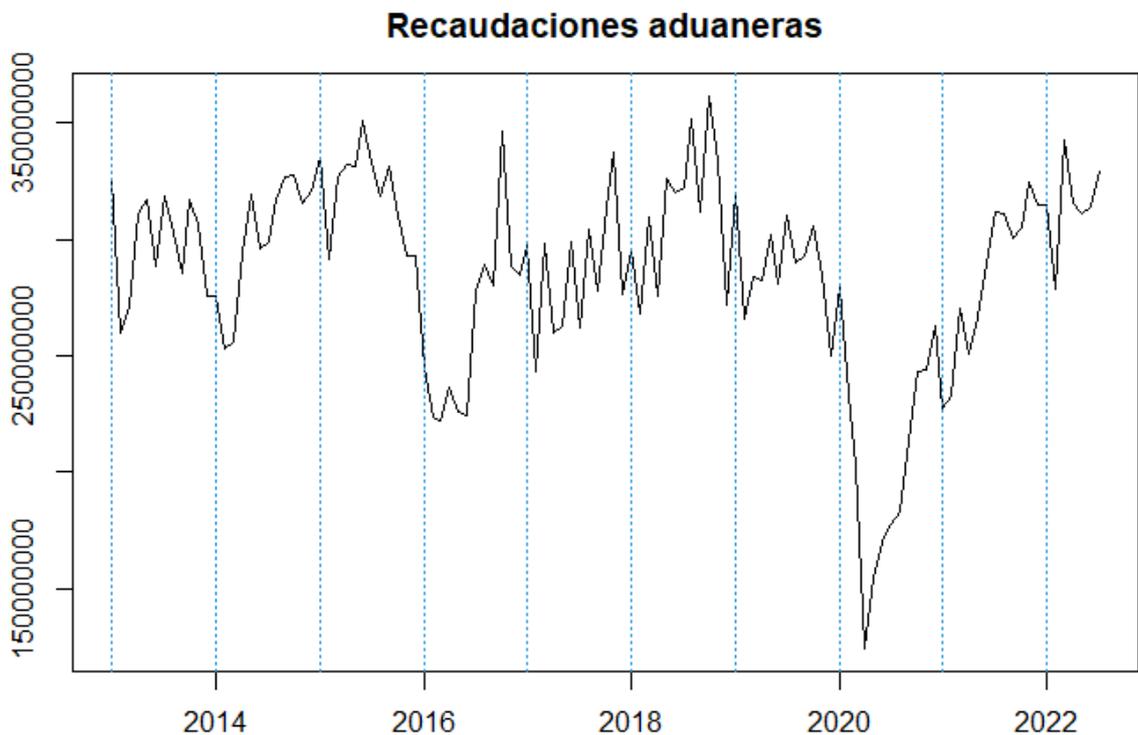
CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Análisis Exploratorio de Datos

La Figura 4.1 muestra las recaudaciones por tributos aduaneros a partir de enero del año 2013 hasta julio del año 2022. Para el año 2020 se puede observar un quiebre estructural en la serie de datos, lo que responde a las consecuencias para el Ecuador en relación a la pandemia COVID-19, la misma que se logra recuperar a partir de septiembre del mismo año.

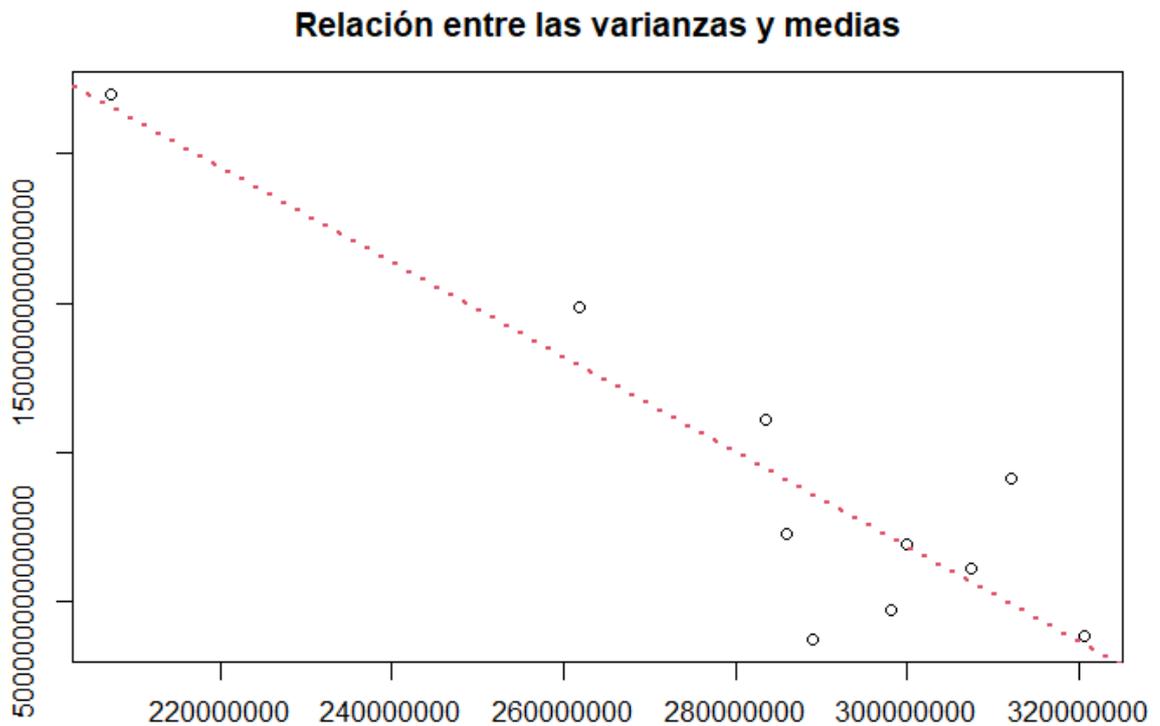
*Figura 4. 1: Recaudaciones de tributos aduaneros en dólares
Enero 2013 a julio 2022*



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

Por su parte, la Figura 4.2 permite visualizar la disminución de la varianza a medida que la media disminuye; así mismo, si la media disminuye la varianza incrementa, es decir, mantienen una relación inversamente proporcional. Así, un tratamiento adecuado sería utilizar el logaritmo de la serie para el modelado.

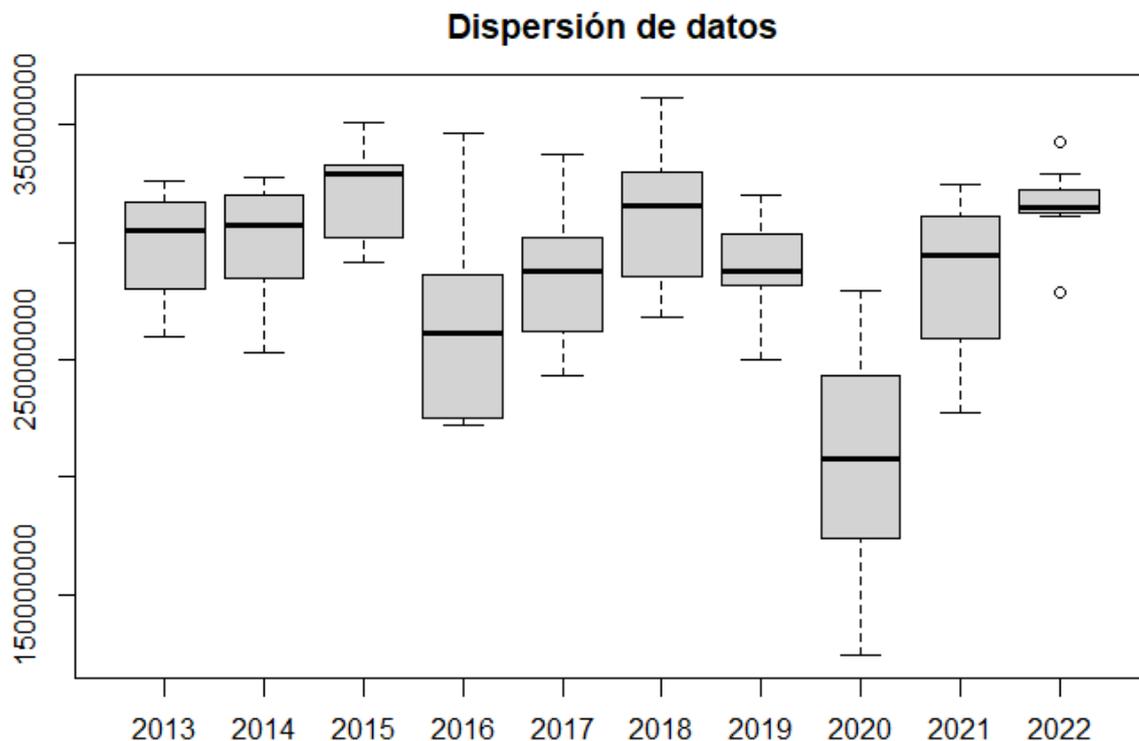
Figura 4.2: Relación entre las varianzas y las medias



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

En cuanto a los datos, la Figura 4.3 evidencia la dispersión en las varianzas y medias. Es pertinente mencionar que la dispersión estadística es el grado en que una distribución de datos se aleja, o se acerca, en valor absoluto a la media aritmética, como estadístico de posición central.

Figura 4. 3: Dispersión de datos



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

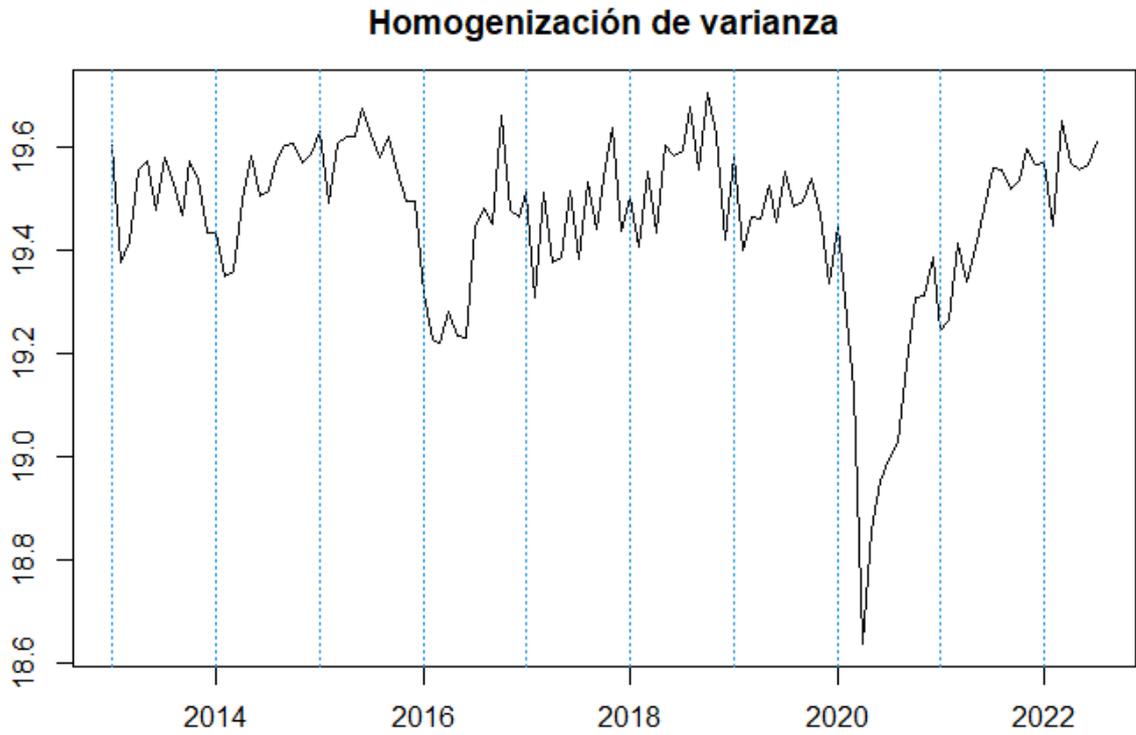
4.2. Ajuste del Modelo

Luego de tener los datos listos y hayan satisfecho todos los supuestos del modelo, para determinar el orden del modelo que se ajustarán a los datos, se necesitarán tres parámetros: p , d y q que son enteros positivos que se refieren al orden de las partes medias autorregresivas, integradas y móviles del modelo, respectivamente.

Con la finalidad de evaluar el modelo que mejor se ajuste, se realizan los siguientes análisis:

- Con la finalidad de homogenizar la varianza (tal que permita detectar tendencias de forma fiable) se realiza la transformación logarítmica. Dicha transformación es útil para convertir distribuciones con sesgo positivo, es decir, con cola más larga hacia la derecha, ocasionando que la curva resultante mejor se ajuste a una distribución normal.

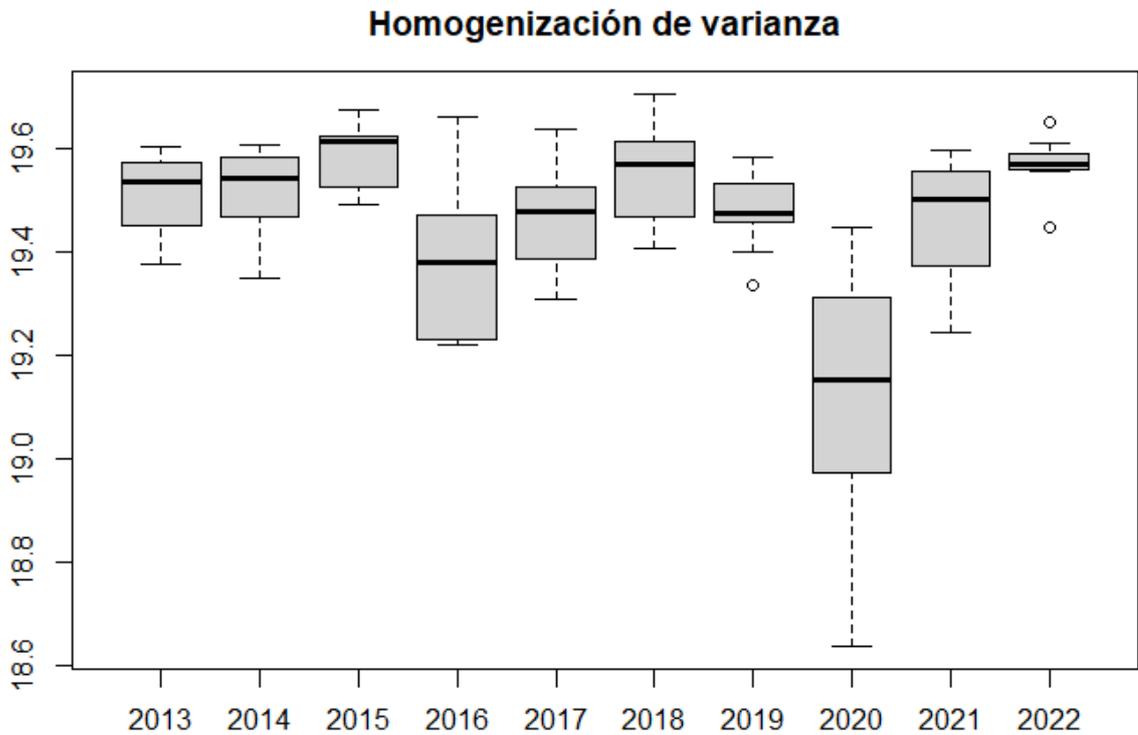
Figura 4. 4: Homogenización de varianza



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

Figura 4. 5: Homogenización de varianza



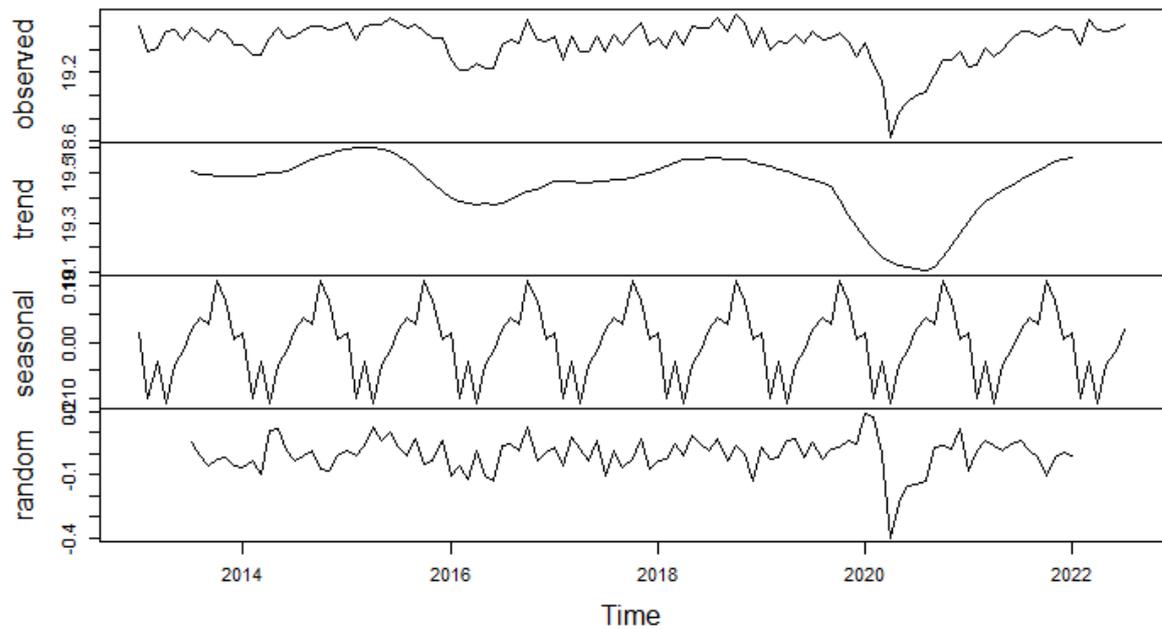
Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

Sobre la base trabajada se realiza el análisis exploratorio de datos, identificando los componentes de “tendencia”, “estacionalidad” y “componente cíclico”, lo cual se resume en la Figura 4.6.

Figura 4. 6: Descomposición de la serie de datos

Decomposition of additive time series



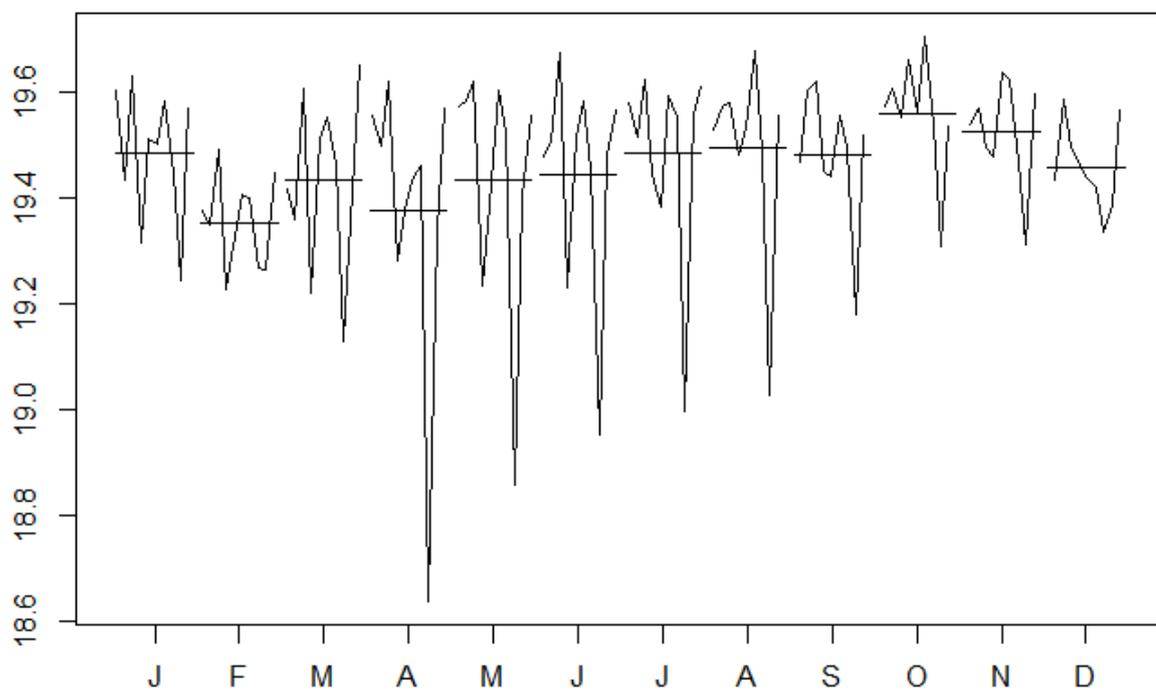
Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

Como parte del análisis realizado de los índices estacionales, se presentan los resultados en la Figura 4.7

Figura 4. 7: Análisis de índices estacionales

Análisis de índices estacionales



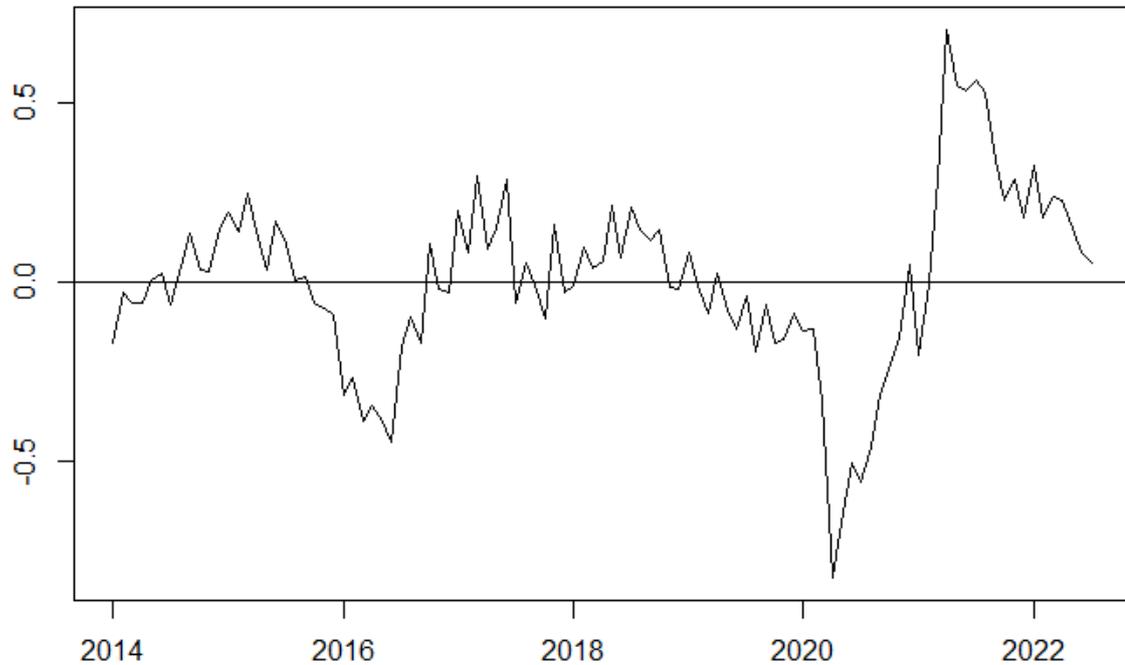
Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

- En el siguiente análisis se elimina el componente estacional con el propósito de ajustar la serie original, tal como se evidencia en la Figura 4.8.

Figura 4. 8: Eliminación de serie estacional

Diferenciación estacional

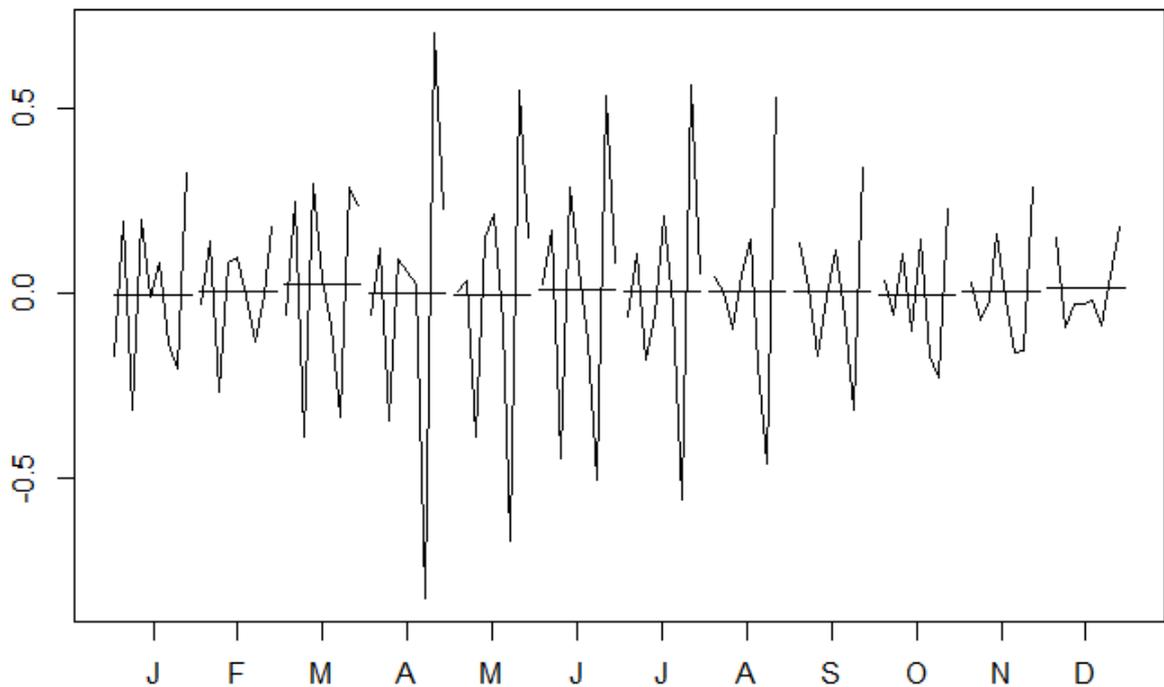


Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

La Figura 4.9 muestra la serie de recaudaciones sin el componente estacional que fue eliminado previamente. Dicha Figura denota que la media de la serie diferenciada aparentemente es una serie autorregresiva fuerte, por lo que es aconsejable diferenciar con el orden 1. La varianza vuelve a disminuir con esta transformación por lo que la diferenciación se presume adecuada.

Figura 4. 9: Serie sin componente serie estacional

Serie sin componente estacional

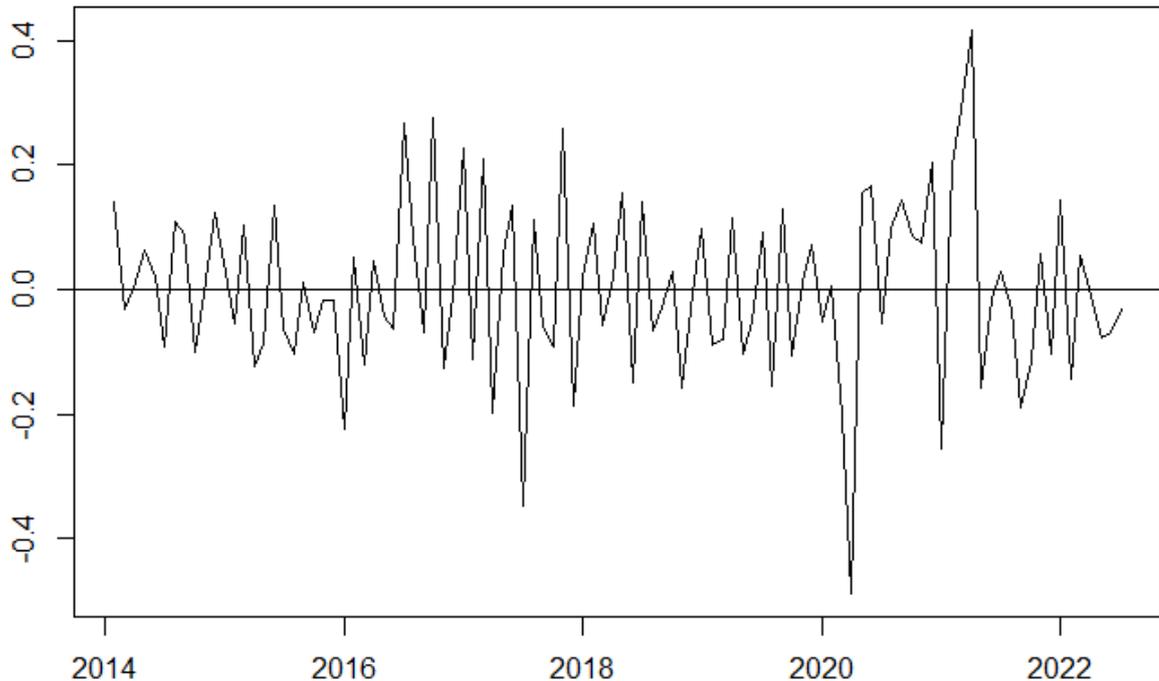


Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

- En este análisis, demostrado en la Figura 4.10, se realizó la diferenciación regular de media no constante.

Figura 4. 10: Diferenciación regular

Diferenciación regular



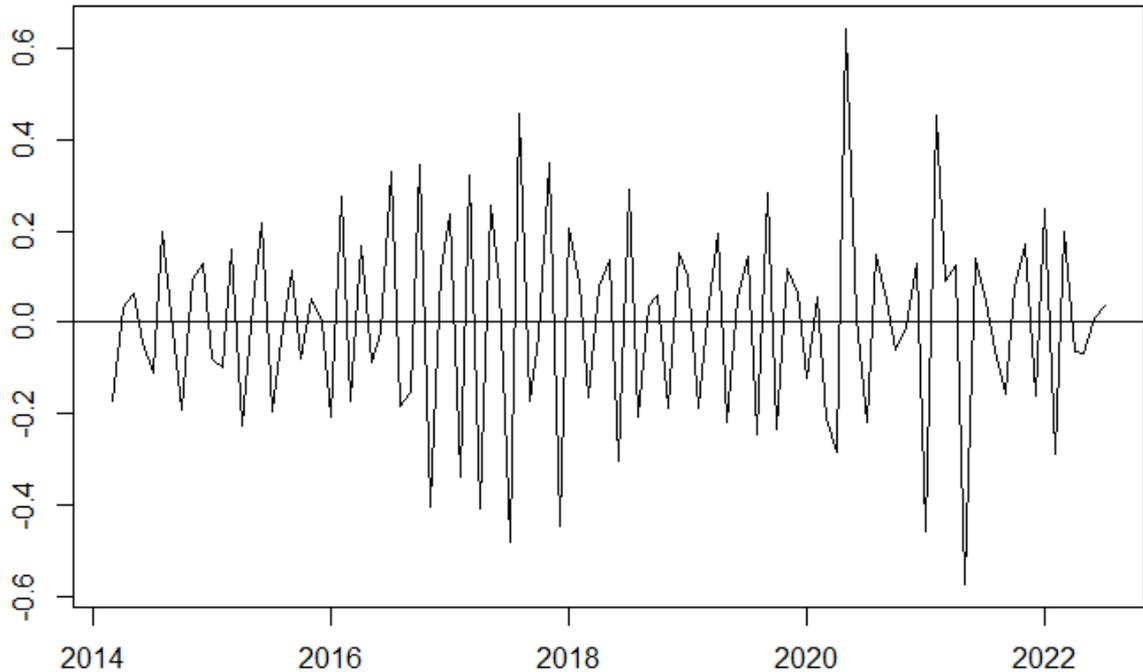
Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

Aunque la serie obtenida después de estas dos transformaciones (estacional y regular) sobre el logaritmo de la serie original es aparentemente estacionaria, esto debe comprobarse aplicando otra diferenciación regular y calculando cómo afecta a la varianza. En este caso, tras una diferenciación más, se obtiene una nueva serie estacionaria con variaciones más grandes.

- Finalmente, en este análisis se aplica una nueva diferenciación regular con posible no estacionariedad, tal como se muestra en la Figura 4.11

Figura 4. 11: Diferenciación regular

Nueva diferenciación regular



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

Para evaluar el modelo que mejor se ajuste se realiza la comparación de las varianzas obteniendo lo siguiente:

$$\text{var}(\text{Inserie}) = 0.02964099$$

$$\text{var}(d12\text{Inserie}) = 0.06206145$$

$$\underline{\text{var}(d1d12\text{Inserie}) = 0.01965719}$$

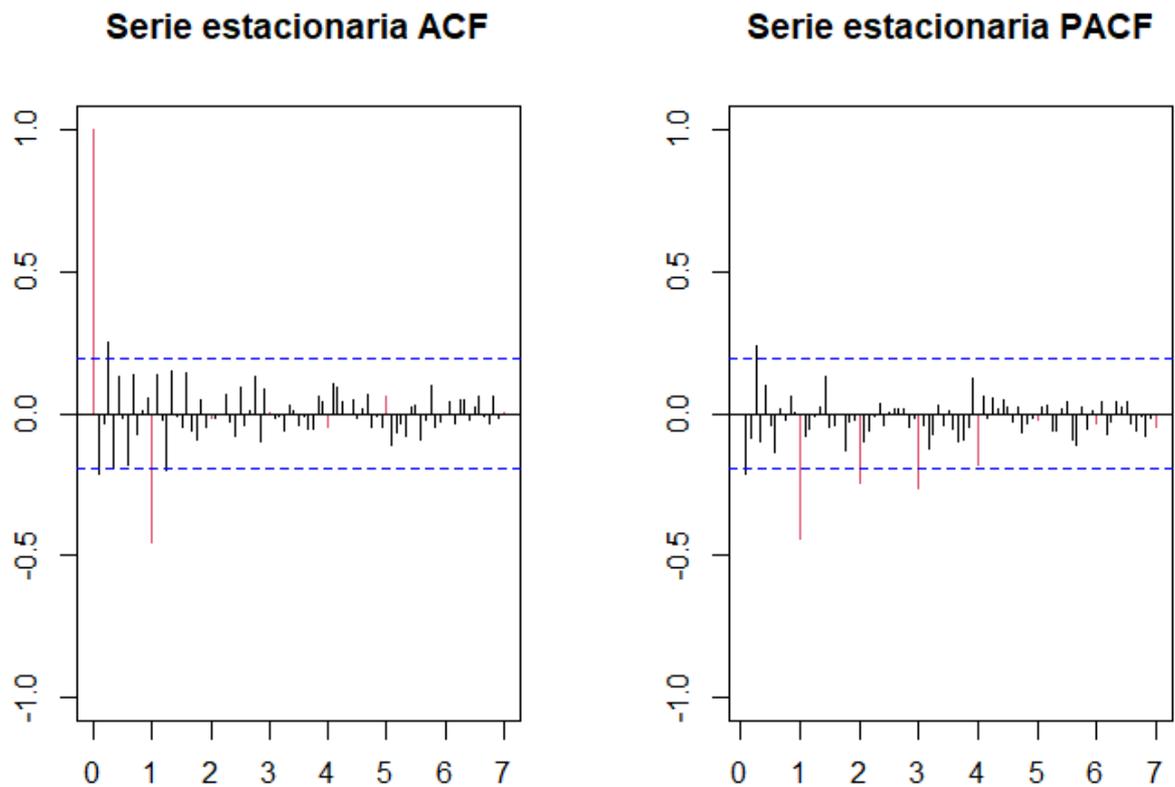
$$\text{var}(d1d1d12\text{Inserie}) = 0.04795536$$

Con estos resultados se evidencia que el mejor modelo es “d1d12Inserie”, que es solo con una diferenciación regular y eliminando el componente estacional, en virtud que presenta el valor de varianza más bajo, lo que indica que está más próxima a la media.

En la Figura 4.12 se muestran los resultados de la Autocorrelación (ACF) y la Autocorrelación Parcial (PACF). Para el ACF se visualiza un solo rezago significativo múltiplo de 12 en el ACF y disminución exponencial en los rezagos 12, 24, 36, 48, ... del PACF MA(1)12.

En la parte regular se observa el primer rezago del ACF distinto de cero y el PACF tiene un patrón exponencialmente decreciente en los primeros rezagos MA(1) o MA(3) El primer rezago del PACF distinto de cero y el ACF tiene un patrón alternativamente exponencialmente decreciente en los primeros rezagos AR(1) o AR(3).

Figura 4. 12: Series estacionarias ACF – PACF



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

4.3. Modelo ARIMA

De acuerdo a González Casimiro [16] los modelos ARIMA “*son modelos paramétricos que tratan de obtener la representación de la serie en términos de la interrelación temporal de sus elementos.*” Este modelo utiliza variaciones y regresiones de datos con el propósito de identificar referencias para previsiones futuras.

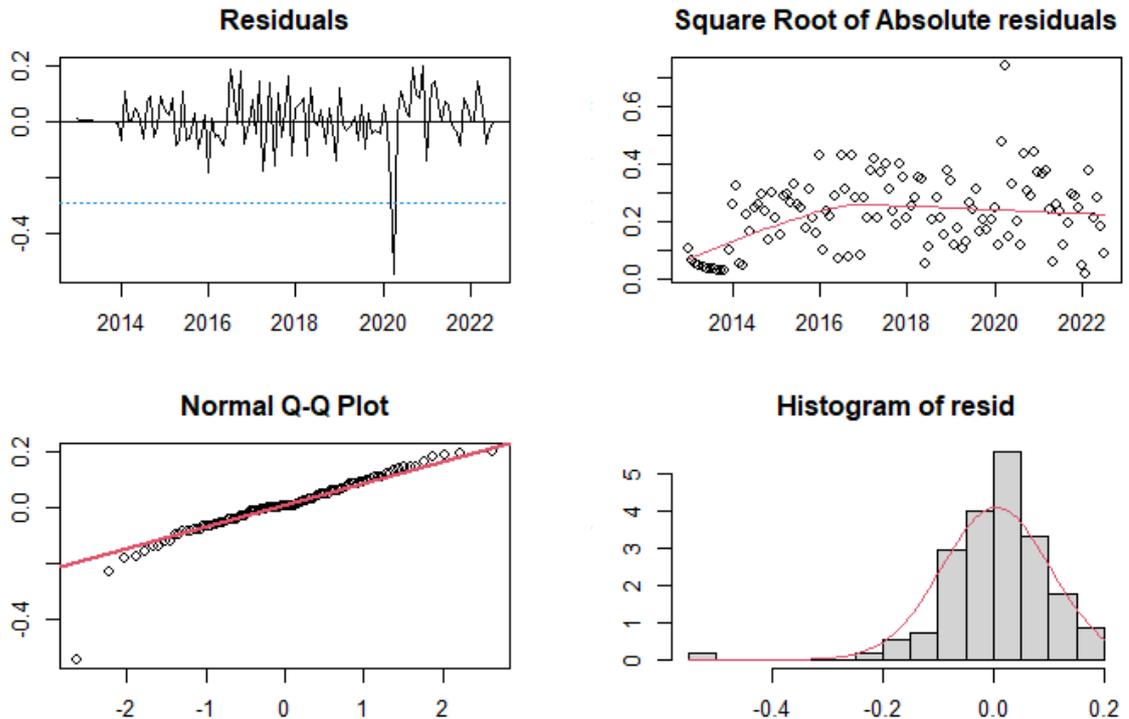
Los modelos ARIMA son útiles para predicciones en el corto plazo, así como también sirven como base de referencia para estudios. Es importante resaltar que este modelo tiene un horizonte de pronóstico corto y suele ser menos efectivo en el uso de información disponible.

Con este antecedente, y en virtud que se cuenta con datos univariante, se ha considerado utilizar el modelo ARIMA para las previsiones respectivas, realizando en primera instancia la validación del modelo correspondiente.

4.4. Validación del modelo

De los gráficos planteados en la Figura 4.13 se evidencia que el modelo seleccionado es adecuado, donde la distribución de los residuos luce simétrica, acampanada per con una kurtosis mayor a una normal (véase curva de densidad ajustada). Se puede apreciar un valor atípico que destaca de lado izquierdo, el cual corresponde al residuo del modelo para la época de COVID.

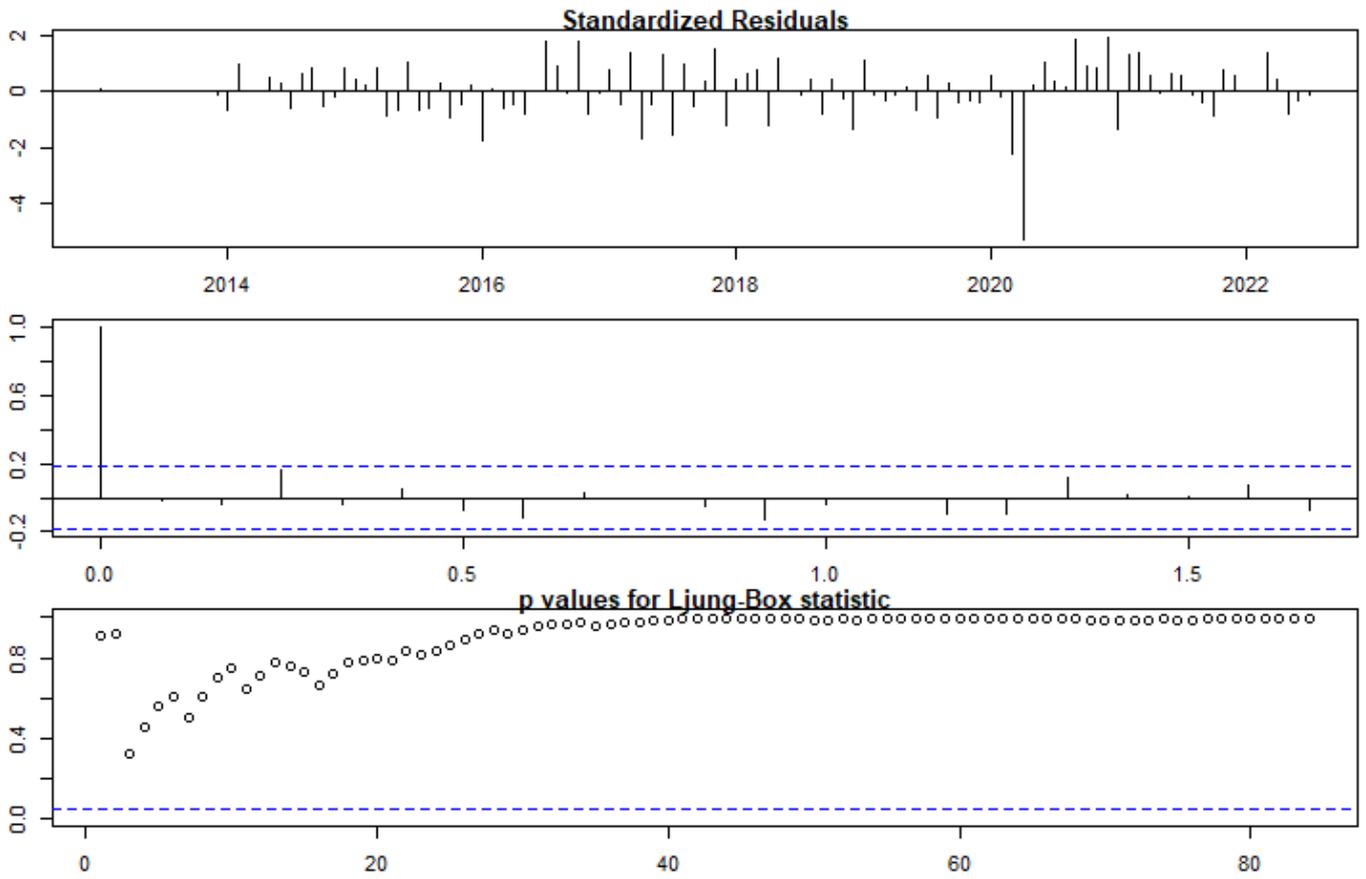
Figura 4. 13: Gráficos de distribución



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

De acuerdo con el test de Ljung-Box, conforme lo descrito en la Figura 4.14, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se puede considerar que los residuos del modelo ARIMA no están autocorrelacionados ya que el valor p es mayor a 0,05. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de las recaudaciones por tributos aduaneros del Ecuador, correspondiente al modelo ARIMA (0,1,1)₁₂.

Figura 4. 14: Prueba de Ljung-Box

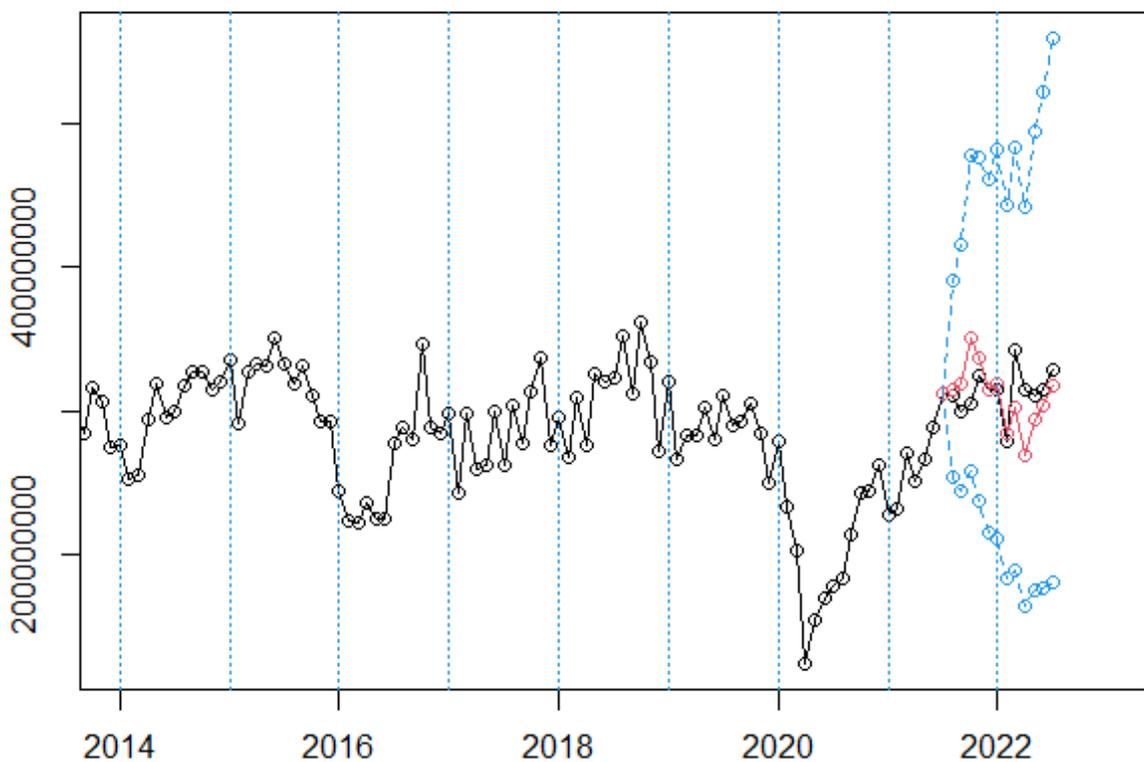


Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

Posterior a esto, se realizó la validación de la estabilidad del modelo sin constante, en la cual se seleccionó el modelo sin intercepto $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$. La Figura 4.15 muestra la serie temporal (en color negro) junto a la predicción (en color rojo) para el período de julio 2021 a julio 2022. Además, fue considerado un intervalo de predicción del 95% cuyas bandas superiores e inferiores se representan en color azul.

Figura 4. 15: Validación del modelo sin constante

Modelo $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$



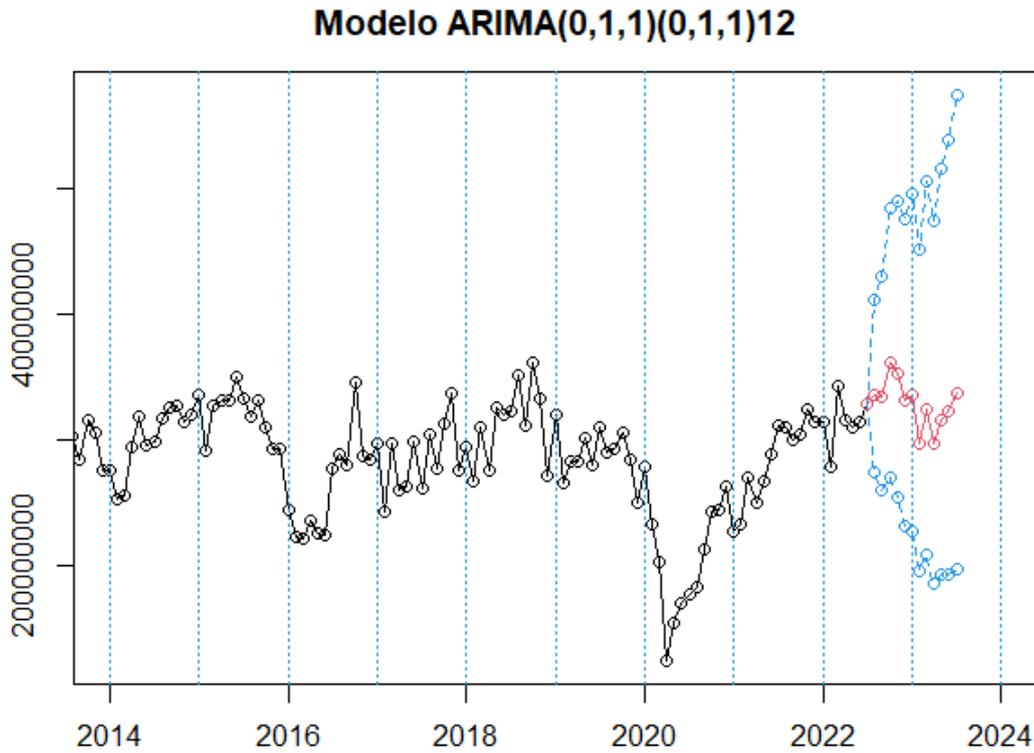
Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
Elaboración: Autora

4.5. Previsiones a largo plazo con el modelo completo

La Figura 4.16 muestra el pronóstico (líneas rojas) realizado para la serie de tiempo correspondiente a las recaudaciones por tributos aduaneros, el cual corresponde a un modelo $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$; es decir, la serie corresponde a una distribución aleatoria, donde Y (recaudaciones aduaneras) no es estacionaria, se tiene un componente estacional, corrigiendo estas características

en la determinación del modelo. De igual manera, se consideró un intervalo de 95% de predicción.

Figura 4. 16: Previsiones con modelo completo



Fuente: Portal de Datos Abiertos – Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

Elaboración: Autora

La Tabla 4.2 muestra los valores pronosticados con sus respectivos intervalos de confianza para las recaudaciones aduaneras. De los datos obtenidos, se evidencia que el mes donde se presentará la mayor recaudación será octubre 2022, donde se estima un valor promedio de USD 361.79 millones, entre USD 269.97 millones y USD 484.84 millones. Así mismo, los meses en los cuales se presentará menor recaudación serán febrero 2023, donde se estima un valor promedio de USD 297.54 millones, entre USD 195.98 millones y USD 451.74 millones; y, abril 2023, donde se estima un valor promedio de USD 297.25 millones, entre USD 186.25 millones y USD 474.40 millones

Tabla 4 1: Valores pronosticados con intervalos de confianza del 95%

Mes		Inferior	Pronóstico	Superior
Jul	2022	328.796.764	328.796.764	328.796.764
Aug	2022	274.364.922	336.227.610	412.038.845
Sep	2022	259.905.682	334.406.153	430.261.755
Oct	2022	269.974.285	361.794.881	484.844.458
Nov	2022	254.128.101	352.938.581	490.168.706
Dec	2022	231.185.384	331.577.846	475.565.826
Ene	2023	227.311.157	335.791.518	496.042.276
Feb	2023	195.982.300	297.543.868	451.736.473
Mar	2023	208.780.236	325.219.261	506.597.606
Abr	2023	186.247.247	297.247.177	474.401.022
May	2023	193.581.218	316.163.110	516.367.823
Jun	2023	193.220.092	322.604.044	538.626.022
Jul	2023	197.853.973	337.393.805	575.346.442

Elaboración: Autora

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se consolidó la información de recaudaciones de los tributos para crear una sola variable llamada “recaudaciones totales”. Con este ajuste, se cambió el modelo de análisis multivariante a univariante.
- De acuerdo al tratamiento estadístico, el mejor modelo fue un ARIMA (0,1,1) (0,1,1)₁₂; es decir, las recaudaciones aduaneras presentan una tendencia en el tiempo no estacionaria y con un componente estacional significativa.
- Se pudo comprobar la validez del modelo ajustado para las recaudaciones por tributos aduaneros del Ecuador a través de pruebas de hipótesis, como la de Ljung – Box, y un análisis exploratorio gráfico de los residuos y correlaciones.
- Con el modelo validado, se pronosticaron los valores de recaudaciones totales de los siguientes doce (12) períodos; es decir, desde agosto 2022 a julio 2023. Con dicho modelo se pronosticó que el mes con mayor recaudación será octubre 2022 y que los meses con menor recaudación serán febrero y abril 2023.

5.2. Recomendaciones

- Sugerir la construcción de una base de datos consistente que permita realizar a futuro análisis multivariantes sobre las recaudaciones aduaneras en el Ecuador.
- Realizar un modelo estadístico con las demás variables identificadas disponibles en el Portal de Datos Abiertos, ya sea subpartida arancelaria, país de origen, con el propósito de identificar aquellas que tienen mayor impacto en la recaudación.
- Reajustar el modelo con una previa imputación de datos correspondiente a los meses de mayor afectación de recaudación ocasionada por la pandemia del COVID para poder evaluar la serie de datos sin considerar estos valores atípicos.
- Realizar la debida comprobación de los pronósticos con los valores reales recaudados por la administración aduanera para la evaluación del actual modelo.

6. Referencias

- [1] P. Aguilar, D. Maldonado y S. Solorzano, «Incidencia de la balanza comercial en el crecimiento económico del Ecuador: análisis econométrico desde Cobb Douglas, período 1980-2017,» 2020. [En línea]. Available: <http://www.revistaespacios.com/a20v41n03/20410310.html>. [Último acceso: 31 08 2022].
- [2] Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, «Servicio Nacional de Aduana del Ecuador,» [En línea]. Available: <https://www.aduana.gob.ec/para-importar/>. [Último acceso: 31 08 2022].
- [3] J. De Gregorio, «Importaciones,» de *Macroeconomía, Teoría y Políticas*, Santiago de Chile, Pearson, 2007, p. 219.
- [4] O. Blanchard, A. Amighini y F. Giavazzi, «Macroeconomía,» Madrid, Pearson, 2012, p. 45.
- [5] Á. Lalanne y G. Sánchez, «Repositorio CEPAL,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45070/S1901153_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 31 08 2022].
- [6] Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, «Servicio Nacional de Aduana del Ecuador,» [En línea]. Available: <https://www.aduana.gob.ec/de-interes/recaudaciones/>. [Último acceso: 31 08 2022].
- [7] Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, «Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones,» 29 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.aduana.gob.ec/gacnorm/data/CODIGO-ORGANICO-DE-LA-PRODUCCION-COMERCIO-E-INVERSIONES.pdf>. [Último acceso: 31 08 2022].
- [8] Organización Mundial de Aduanas - OMA, «Organización Mundial de Aduanas - OMA,» Octubre 2016. [En línea]. Available: http://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/es/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/customs-tax-cooperation/customs_tax_guidelines_sp.pdf?db=web. [Último acceso: 30 Agosto 2022].
- [9] G. M. Ljung, «Modelización de Series Multivariantes: VAR & VEC,» 8 Junio 2021. [En línea]. Available: https://bookdown.org/victor_morales/SeriesdeTiempo/. [Último acceso: 28 Marzo 2022].
- [1] F. Casares, «Repositorio de ESPOL,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/36173/D-CD102305.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. [Último acceso: 28 Marzo 2022].
- [1] M. Ruiz, «Archivo Digital UPM,» Febrero 2018. [En línea]. Available: https://oa.upm.es/50274/1/TFG_MARIA_RUIZ_TEIXIDOR.pdf. [Último acceso: 28 Marzo 2022].
- [1] O. G. ARCINIEGAS PASPUEL, L. G. CASTRO MORALES y W. M. ARIAS
2] COLLAGUAZO, «Análisis y predicción de la recaudación tributaria en el Ecuador ante la COVID-19, aplicando el modelo ARIMA. Dilemas contemp. educ. política valores [online]. 2021, vol.8, n.spe3 [citado 2022-09-11], 00028,» Abril 2021. [En línea].

Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78902021000500028&script=sci_arttext. [Último acceso: Agosto 2022].

[1 R. Vega. [En línea]. Available:

3] <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/2956/2629>. [Último acceso: 17 Septiembre 2022].

[1 S. Lozada, «Repositorio Fundación Universitaria Los Libertadores,» 2022. [En línea].
4] Available:

https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/4644/Lozada_Sandra_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 17 Septiembre 2022].

[1 R. Hernández, C. Fernández y B. Pilar, «¿Qué características posee el enfoque

5] cuantitativo de investigación?,» de *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias*, México, McGraw Hill Education, 2014, p. 4.

[1 S. P. Mora Rodríguez, «Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica

6] Salesiana,» Febrero 2021. [En línea]. Available:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19812>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].

[1 R. X. Merchán Ponce, «Repositorio de ESPOL,» 25 Octubre 2016. [En línea].

7] Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51749>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].

7. Apéndices y anexos

7.1. Script en R

https://drive.google.com/file/d/1J0mKWEHIJwTr4P77L-tP1ag_IMFDnofq/view?usp=sharing