

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL BREXIT  
EN LA EVOLUCIÓN DE LOS FLUJOS  
COMERCIALES ENTRE REINO UNIDO  
Y LA EUROZONA**



**UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**GRADO EN ECONOMÍA  
TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Curso 2019 - 2020**

**AUTOR: Adrián González Retamosa**

**TUTOR: Luis Antonio Puch González**

## RESUMEN

En el presente trabajo de fin de grado se realiza un estudio sobre las causas y las consecuencias del proceso de ruptura de Reino Unido (R.U.) con la Unión Europea, conocido como Brexit. A través del análisis de los flujos comerciales entre R.U. y la Eurozona observaremos como ha ido evolucionando la relación entre estos dos agentes y las posibles implicaciones de este proceso que se han de tener en cuenta dependiendo del acuerdo comercial finalmente adoptado por ambas partes.

A partir del análisis de estos flujos se han modelizado las series temporales que los representan y estudiado la bondad del ajuste de la estimación, para así comprobar cómo se comporta en comparación con los datos reales. Una vez asegurada la validez estadística del modelo, trataremos de explicar las consecuencias futuras del Brexit, para las relaciones comerciales entre R.U y la Eurozona, a través de la realización de predicciones para la evolución de dichos flujos, considerando distintos escenarios, dependiendo de los acuerdos comerciales finalmente firmados.

Los resultados sugieren una incidencia significativa del Brexit, a través de la construcción de posibles escenarios. Observamos que, para valores realistas del proceso de ruptura comercial entre R.U. y la Eurozona, el saldo comercial del primero respecto al segundo puede ir sustancialmente en aumento, con importantes implicaciones en la economía de ambos sujetos en el largo plazo.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1.- Introducción .....  | 4  |
| 2.- El Brexit .....   | 5  |
| 3.- Recopilación de datos estadísticos .....                                | 7  |
| 4.- Análisis descriptivo .....  | 7  |
| 5.- Análisis estadístico.....   | 10 |
| 5.1.- Serie “exportaciones sobre PIB” .....                                 | 11 |
| 5.1.1.- Análisis de la estacionariedad de la serie “X/PIB” .....            | 11 |
| 5.1.2.- Análisis de la estructura de retardos de la serie “X/PIB” .....     | 12 |
| 5.1.3.- Análisis de intervención de la serie “X/PIB” .....                  | 12 |
| 5.1.4.- Diagnósis del modelo “X/PIB” .....                                  | 14 |
| 5.2.- Serie “Importaciones sobre PIB” .....                                 | 15 |
| 5.2.1.- Análisis de la estacionariedad de la serie “M/PIB” .....            | 15 |
| 5.2.2.- Análisis de la estructura de los retardos de la serie “M/PIB” ..... | 16 |
| 5.2.3.- Análisis de intervención de la serie “M/PIB” .....                  | 16 |
| 5.2.4.- Diagnósis del modelo “M/PIB” .....                                  | 17 |
| 6.- Resultados del modelo .....   | 18 |
| 6.1.- Análisis del modelo estimado para la serie “X/PIB” .....              | 19 |
| 6.2.- Análisis del modelo estimado para la serie “M/PIB” .....              | 20 |
| 6.3.- Evolución del saldo comercial y su modelización .....                 | 21 |
| 6.4.- Predicciones para el año 2020.....                                    | 22 |
| 7.- Conclusiones .....  | 24 |
| 8.- Bibliografía .....  | 25 |
| 9.- Anexo técnico.....  | 26 |

## 1.- Introducción

El proceso del Brexit tiene su origen legal el 23 de junio de 2016, día en el que primer ministro de Reino Unido, David Cameron, convocó un referéndum vinculante en el cual se preguntaba a la población del país su deseo por romper, o no romper, los lazos comerciales y legales con la Unión Europea. El resultado de este referéndum ya es por todos conocido, y significa el primer proceso de separación de un Estado perteneciente al proyecto europeo surgido en 1993.

En la actualidad, mediados del año 2020, el proceso de ruptura ya es una realidad, quedando R.U. fuera de la lista de países que forman la Unión Europea. Hasta finales de este año no sabremos con detalle cuales son las condiciones del acuerdo de separación entre ambos sujetos políticos, por lo que tratar de elaborar previsiones acerca de las consecuencias de este proceso es una tarea ardua e imprecisa, ya que existen diferentes escenarios posibles.

Este trabajo de fin de grado tiene dos objetivos, por un lado, describir el comportamiento de los flujos comerciales entre Reino Unido (R.U) y la Eurozona a partir del comienzo del proceso del Brexit y, por otro lado, modelizar dichos flujos con el objetivo de construir un modelo, estadísticamente válido, que nos permita realizar predicciones futuras.

Las dos series temporales con las que vamos a trabajar son las siguientes: exportaciones e importaciones de R.U. a la Eurozona, a precios constante, y con relación al PIB de R.U, que denominaremos respectivamente,  $X/PIB$  y  $M/PIB$ . La razón por la que tomamos los flujos con relación a la Eurozona, y no al total de la Unión Europea, se debe a que casi la totalidad del comercio de R.U. con la Unión Europea es a través de países pertenecientes a la unión monetaria y que la modelización de las series es menos compleja.

Mediante el programa econométrico GRETTL modelizaremos las dos series temporales construidas a partir de la teoría de modelos de series temporales univariantes <sup>1 2</sup>. Una vez que identifiquemos el modelo ARIMA que mejor se ajuste a los datos de cada una de las series realizaremos la diagnosis del modelo con el objetivo de comprobar si los parámetros estimados son válidos para la realización de inferencia estadística y cálculo de predicciones bajo diferentes escenarios.

Por último, reflejaremos la evolución de la serie real y los modelos estimados para comprobar que son capaces de mostrar las diferentes tendencias a lo largo de la muestra. También, trataremos de realizar un análisis sobre la diversificación de las exportaciones e importaciones de R.U. desde finales de la década de los noventa hasta la actualidad y sobre el saldo comercial de R.U. con la Eurozona.

## 2.- El Brexit

El triunfo del Brexit no se puede llegar a comprender sin analizar la historia política, económica y comercial entre Reino Unido (R.U.) y la Unión Europea (UE), la que es, sin duda, la relación más compleja que ha tenido ésta con cualquier otro Estado miembro.

Con la creación de la Comunidad Económica Europea (CEE), precursora de la UE, en el año 1957 afloró una nueva sensación de temor en el seno de las elites políticas de R.U. debido a la posibilidad de que el futuro proyecto europeo dejase a su país en una posición de aislamiento. Con la intención de crear una vía alternativa, gestionada y comandada por los intereses de R.U., a la CEE se fundó la Asociación Europea de Libre Comercio, pero el fracaso de ésta provocó que en 1961 R.U. solicitase la adhesión a la CEE, que no se hizo efectiva hasta el año de 1972, debido al miedo francés por tener que compartir el poder político de este proyecto junto a otra potencia<sup>3 4</sup>.

Este fue el inicio de un proceso de integración asimétrica, donde R.U. rechazó la entrada a proyectos comunitarios como el Mecanismo Europeo de Cambio y el Sistema Monetario Europeo. A finales de la década de los noventa, con Tony Blair como primer ministro, se firmó el texto social de Maastricht, pero se rechazaron acuerdos de gran relevancia como el sistema Schengen y se limitaron las consecuencias del tratado de Lisboa. A fin de cuentas, podemos decir que el papel de R.U. dentro del proyecto europeo se basaba, únicamente, en sus intereses comerciales, dejando de lado toda posibilidad de forzar lazos económicos y políticos con el resto de Estados miembros, que pudiesen significar pérdidas de soberanía nacional.

Toda esta experiencia histórica, de más de 40 años, es la que explica el origen del proceso del Brexit, que se vio acentuado por la crisis financiera del 2008, generando una nueva oleada de movimientos proteccionistas, nacionalistas y xenófobos.

En el año 2009, el partido político por la independencia de R.U., el UKIP, se convirtió en la segunda fuerza política del país, lo que presionó en gran medida a David Cameron, primer ministro de la época, a la realización de un referéndum el 23 de junio de 2016 que tendría como resultado la victoria de los partidarios del Brexit <sup>5</sup>.

Además de los motivos históricos y políticos que han motivado la salida de R.U. de la UE no podemos olvidar ciertas características estructurales de este país que provocan una sensación de menor dependencia por el proyecto europeo. Y es que como demuestran los datos, la economía del país al norte del Canal de la Mancha ha estado siempre más focalizada en relaciones con terceros, más allá de las fronteras europeas, disfrutando de buenos acuerdos con países como Estados Unidos, Canadá, Australia e India. Por otro lado, un factor muy a tener en cuenta, y que seguro que los altos cargos de R.U., encargados del proceso de negociación con la UE tienen en cuenta, es que las importaciones son notablemente más abultadas que las exportaciones, por lo que en el escenario de una ruptura sin acuerdo es dudoso determinar quién saldría más perjudicado, por lo menos en el largo plazo <sup>67</sup>.

A la hora de analizar los datos referentes a los flujos comerciales entre R.U. y la Eurozona nos puede servir de gran ayuda conocer cuáles han sido los pasos seguidos en este proceso de ruptura. Con la victoria del Brexit en el referéndum de junio de 2016 comienza una nueva etapa en la relación entre estos dos agentes, que tiene como objetivo alcanzar un acuerdo lo más beneficiario posible para ambas partes. En marzo del 2017 Theresa May, sucesora de David Cameron, firma la carta que da lugar al comienzo de las negociaciones para la salida de R.U. de la UE, y que alcanza el primer acuerdo en diciembre de 2017, donde R.U. se compromete a pagar los costes del proceso, a la vez que la primera ministra británica asegura que no habrá un segundo referéndum.

Después del verano de 2018, Theresa May afirma que su país está preparado para un Brexit sin transición ni acuerdos económicos entre las partes, lo que supone una declaración de intenciones por parte de la Cámara británica. En octubre del 2018, R.U. solicita una prórroga al Consejo Europeo para que el plazo final de resolución del Brexit se alargue hasta el 31 de enero del 2020, día que R.U. deja de ser Estado miembro de la UE y adquiere la condición legal de tercer país. A partir de esta fecha comienza un proceso de negociación que tendrá fin el 31 de diciembre del 2020 y en el que tendrá que decidirse la relación comercial entre ambas partes <sup>8</sup>.

Debido a los diferentes tipos de acuerdos que se pueden derivar de este proceso de negociación no está nada claro cuál será el verdadero impacto del Brexit en las economías de estos dos agentes. A grandes rasgos, podemos reflejar tres posibles escenarios: acuerdos basados en el Libro Blanco, lo que en la práctica supondría pocos cambios con la situación actual, una situación intermedia de no aranceles y acuerdos aduaneros, y el escenario más duro de todos, la aplicación de los acuerdos comerciales establecidos en la OMC. La mayoría de los estudios realizados optan por la idea de que R.U. será el país más afectado por esta ruptura, aunque dependerá de cual sea el acuerdo final adoptado<sup>9 10</sup>.

### 3.- Recopilación de datos estadísticos

Los datos con los que vamos a trabajar han sido obtenidos de la base de datos del Eurostat, de la carpeta Economía y Finanzas, en la sección de cuentas naciones trimestrales (Agregados del PIB; Exportaciones e Importaciones por estado miembro de la UE).

En esta base de datos hemos descargado la información referida a exportaciones (**X**) e importaciones (**M**) entre R.U. y la Eurozona y el PIB de R.U. (**PIB**), todo ello a precios corrientes, desde el primer cuatrimestre de 1997 hasta el último trimestre de 2019.

Con esta información hemos construido nuestras dos series temporales: **X/PIB**; **M/PIB**. También hemos realizados los cálculos necesarios para obtener las tasas de variaciones y los saldos comerciales ( $X/PIB - M/PIB$ ) entre estas dos series a lo largo de los 92 periodos.

### 4.- Análisis descriptivo

El objetivo de este trabajo es analizar las exportaciones e importaciones de R.U con la Eurozona, todo en proporción del PIB de R.U. ( $X/PIB$  y  $M/PIB$ ), para comprobar el posible impacto del Brexit en ellas y poder explicar su futura evolución (Figura 1). También nos parece interesante observar la evolución de las tasas de variación, para realizar un análisis más comparativo (Figura 2), así como reflejar la nueva tendencia que muestra el saldo comercial entre R.U. y la Eurozona una vez que el Brexit se confirma (Figura 3).

Para ello reflejamos aquí los siguientes gráficos, donde podemos observar la evolución de las series desde el año del inicio del proceso del Brexit hasta la actualidad, con el fin de obtener algunas conclusiones sobre cómo ha afectado este hecho a la relación comercial entre R.U. y la Eurozona. En las Figuras 1-3 reflejamos datos a partir del primer cuatrimestre del 2016 para realizar un primer acercamiento a la evolución de estas series, y poder ver así su evolución desde el comienzo del proceso del Brexit. En siguientes apartados, nuestro trabajo será modelizar toda la serie histórica, con el objetivo de construir un modelo de suficiente tamaño muestral y generar predicciones con el menor error posible.

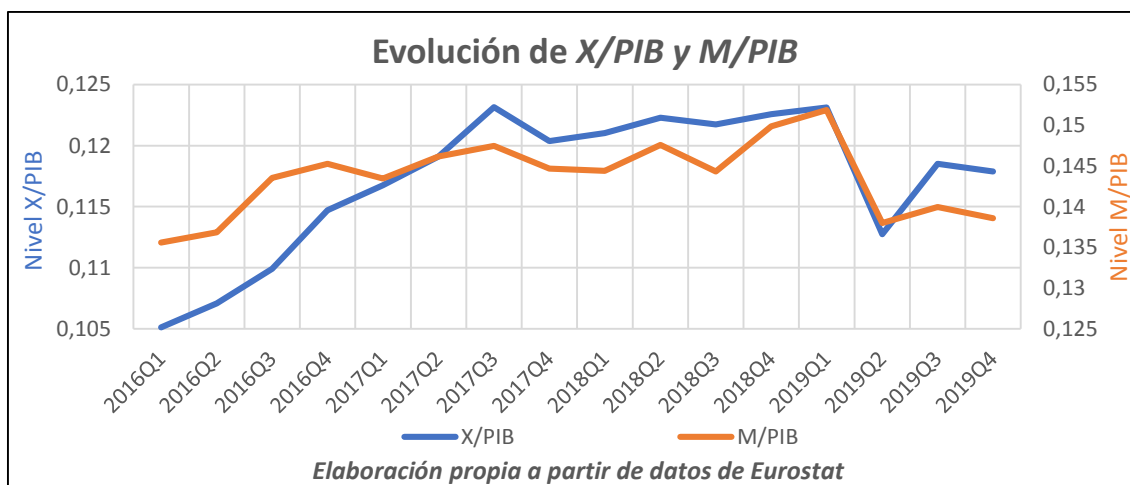


Figura 1. Evolución exportaciones e importaciones a la Eurozona sobre PIB de R.U.

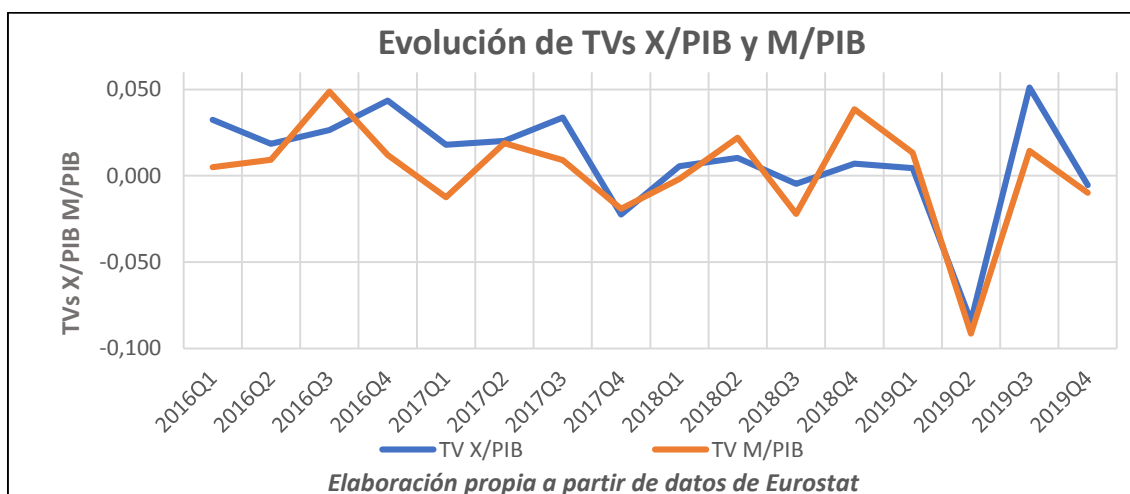


Figura 2. Evolución de las tasas de variación de X/PIB y M/PIB.

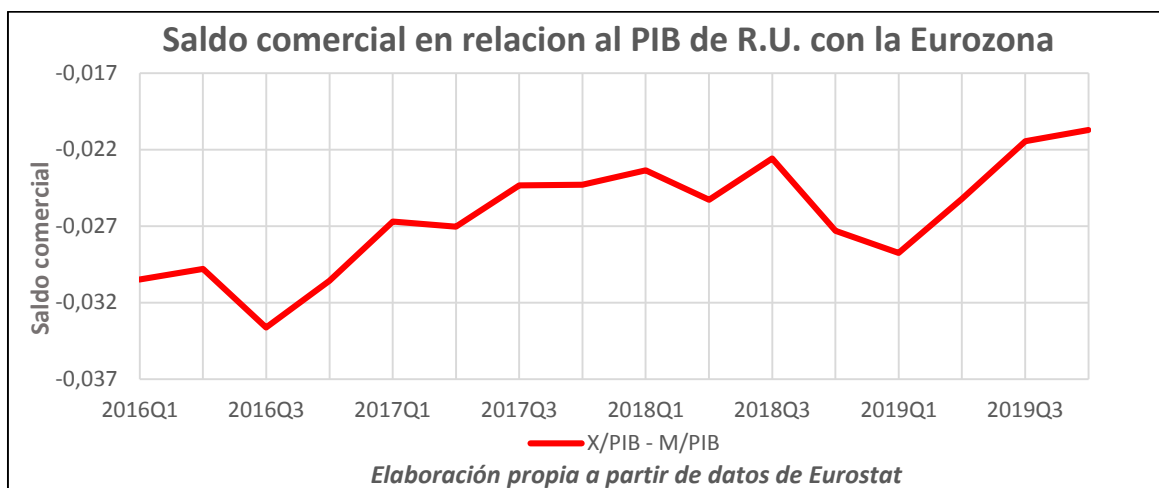


Figura 3. Evolución del saldo comercial entre R.U. y la Eurozona sobre el PIB de R.U.

Observamos en la Figura 1 una evolución similar de  $X/PIB$  y  $M/PIB$ , aunque el descenso en las importaciones es más destacado a partir de la segunda mitad del 2019 debido a una mayor diversificación de R.U. en su comercio exterior. Otro hecho de relevancia, reflejado en la Figura 3, es el relacionado con el saldo comercial, ya que observamos cómo ha ido aumentando desde inicios del 2016, lo que puede generar una situación de superávit para R.U. de continuar esta tendencia, aunque todavía se mantiene en valores negativos.

Otro indicador que pone de relieve la relación comercial entre R.U. y la Eurozona es la proporción de exportaciones e importaciones de R.U. a la Eurozona del total. En la Figura 4 observamos como los flujos comerciales de R.U. se han visto diversificados y mostrando cada vez menor dependencia con la Eurozona, lo que puede significar un impacto menor del Brexit en la economía británica. Esto puede ser debido a una política de reorientación, en el ámbito comercial, por parte de R.U. al dejar a su moneda depreciarse respecto al euro y ganar así competencia en los mercados internacionales.

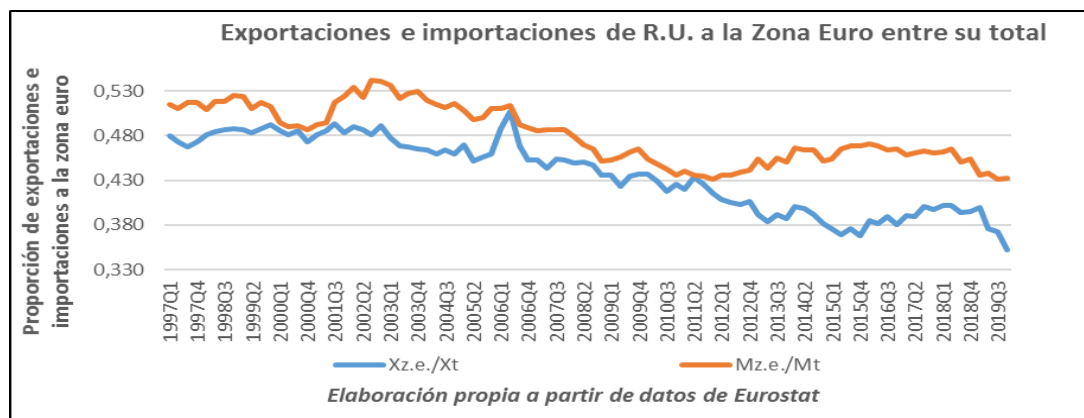


Figura 4. Exportaciones e importaciones de R.U. a la Eurozona sobre el total de estas.

En un primer acercamiento a la evolución de estas series, bajo la observación de estas tres figuras, podemos esbozar dos ideas. En primer lugar, desde los comienzos soberanistas del Brexit, a principios del 2016, comprobamos una mejora del saldo comercial entre R.U. y la Eurozona debido a la mayor caída de las importaciones. En segundo lugar, el comienzo de este proceso no ha hecho más que proseguir con la tendencia de diversificación presente en los flujos comerciales de R.U, haciendo descender la importancia en la relación con la Eurozona.

## 5.- Análisis estadístico

En este punto vamos a explicar cómo hemos modelizado las dos series temporales que hemos construido, y cómo vamos a realizar la diagnosis del modelo para asegurarnos la consistencia estadística en sus predicciones. Todos estos cálculos los realizaremos con el programa econométrico Gretl utilizando las series temporales desde 1997 hasta 2019.

Para comenzar este análisis, debemos conocer la evolución histórica de las exportaciones e importaciones de R.U con la Eurozona, todo en proporción del PIB de R.U. Para ello, vamos a representar en la Figura 5 esta evolución con el fin de encontrar, si los hubiese, datos atípicos que nos pudiesen generar problemas en la diagnosis del modelo.

Analizando la Figura 5 comprobamos la existencia de datos atípicos que nos generaran problemas con la normalidad de los residuos del modelo a estimar, tanto en la serie X/PIB como en M/PIB. Por lo tanto, una vez que hayamos establecido la estructura que siguen los retardos de cada modelo, debemos realizar un análisis de intervención para corregir este problema, y así construir unas predicciones de menor error. Este análisis de intervención lo realizaremos en apartados subsiguientes para cada una de las series.

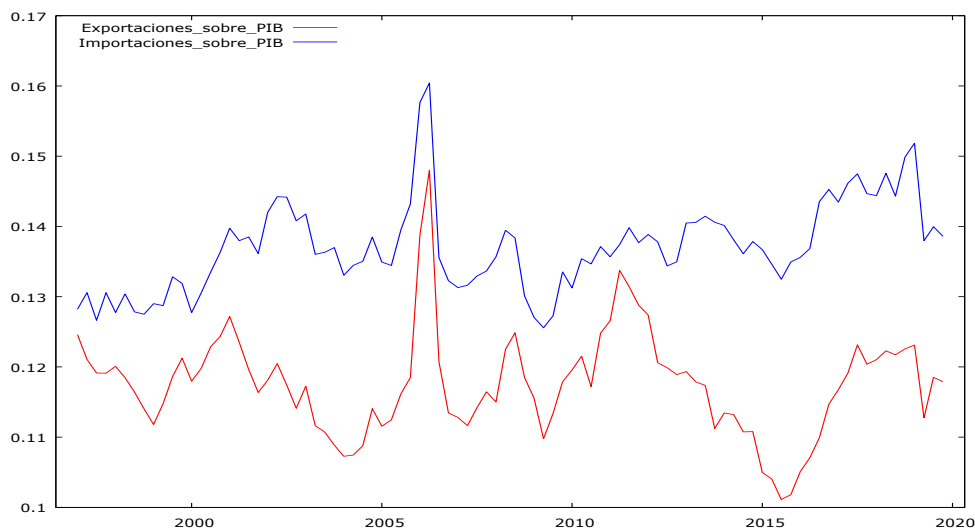


Figura 5. Evolución histórica X/PIB y M/PIB.

## 5.1.- Serie “exportaciones sobre PIB”

La primera serie que modelizaremos la llamaremos “X/PIB”, y como hemos explicado anteriormente, la hemos construido dividiendo el total de las exportaciones de R.U. a la Eurozona entre el PIB de R.U., todo ello a precios constantes.

En esta serie, representada en la Figura 5, observamos ciertas tendencias, crecientes y decrecientes, que nos podrían generar problemas de estacionariedad en media, lo que nos obligaría a tomar alguna diferencia regular. Para poder estudiar la estructura de los residuos, a través de la Función de Autocorrelación (FAC) y de la Función de Autocorrelacion Parcial (FACP), necesitamos comprobar la estacionariedad en media y varianza de la serie, lo que se hará en siguiente apartado.

### 5.1.1.- Análisis de la estacionariedad de la serie “X/PIB”

Para analizar la estacionariedad de la serie X/PIB comprobaremos primero si tiene varianza constante a través del grafico Rango-Media y del contraste con  $H_0$ : Pendiente = 0. Posteriormente, realizaremos el contraste aumentado de Dickey-Fuller con  $H_0$ : Raíz = 1, lo que implicaría raíz unitaria y la no estacionariedad de la serie.

El contraste *Rango-Media* con  $H_0$ : Pendiente = 0 lo encontramos en la Tabla 1 del anexo técnico y muestra un P\_Valor = 0,421, por lo que tenemos evidencia suficiente a favor de la hipótesis nula para no rechazarla al 5% de significación, lo que implica una varianza constante para esta serie.

El contraste aumentado de *Dickey-Fuller*, especificado en Tabla 2 del anexo técnico, nos permite comprobar si una serie es estacionaria en media y varianza. En este caso, observamos un P\_Valor = 0,001, menor que el nivel de significación del 5%, por lo que debemos rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria y afirmar la estacionariedad de esta serie.

### 5.1.2.- Análisis de la estructura de retardos de la serie “X/PIB”

En este punto vamos a observar la FAC y FACP, localizado en la Tabla 3 del anexo técnico, a través del gráfico del correlograma de la serie para ver que estructura podemos modelizar.

En este gráfico, observamos con claridad una estructura de autorregresivo de orden igual a 1. En la FAC podemos distinguir con facilidad infinitos retardos significativos que miden la correlación lineal de esta variable en un momento del tiempo y esta misma variable en otro momento. Por otro lado, en la FACP observamos que solo el primer retardo es significativo, lo que muestra el orden igual a 1 del autorregresivo, ya que en esta función no se puede apreciar la influencia de los retardos intermedios, es decir, en la relación  $Z_t$  y  $Z_{t-3}$  no tenemos en cuenta los retardos  $Z_{t-1}$  ni  $Z_{t-2}$ .

Gracias al dibujo del correlograma, podemos afirmar que la serie X/PIB sigue una estructura de AR (1), donde la serie se explica en función del primer retardo de la misma y un ruido blanco:

$$\left(\frac{X}{PIB}\right)_t = \phi_1 \left(\frac{X}{PIB}\right)_{t-1} + a_t + \mu \quad (1)$$

### 5.1.3.- Análisis de intervención de la serie “X/PIB”

Los datos atípicos que podemos observar en la Figura 5 distorsionan esta serie provocando que los residuos no se distribuyan como una distribución de probabilidad Normal. Por lo que necesitamos tratar estos datos, con diferentes herramientas, para que el modelo estimado cumpla la diagnosis y sea válido para la inferencia estadísticas y la realización de predicciones.

En la serie X/PIB debemos de hacer tanto una intervención en forma de impulso como en forma de escalón, para diferentes momentos de la muestra.

La intervención en forma de impulso es necesaria al observar en el segundo cuatrimestre de 2006 y en el segundo cuatrimestre de 2019 un cambio transitorio en el nivel de la serie, el cual es recuperado en los periodos posteriores, en ambos casos.

Para corregir este problema, asociado a datos atípicos, crearemos dos variables ficticias, IMP\_06 e IMP\_19, las cuales valdrán 1 en los periodos anteriormente señalados y 0 en el resto de los periodos de la muestra.

La intervención en forma de escalón la realizamos en los periodos comprendidos entre el primer cuatrimestre de 2015 y el segundo cuatrimestre de 2016, ya que en estos periodos observamos como la serie modifica su nivel de forma prolongada en el tiempo. Para corregir esta anomalía se ha creado otra variable ficticia, cuyo valor es 1 entre los periodos dichos y 0 en el resto de la muestra, y la denominaremos ESC\_2015.

Después de realizar el análisis de intervención, y asegurarnos de la normalidad de los residuos del modelo, podemos modelizar esta serie temporal con un modelo univariante de estructura ARIMA (1,0,0), (0,0,0), incluyendo las dos variables ficticias de impulso previamente comentadas

$$\left(\frac{X}{PIB}\right)_t = \beta_0 + \phi_1 \left(\frac{X}{PIB}\right)_{t-1} + \beta_1 IMP_{06} + \beta_2 IMP_{19} + \beta_3 ESC_{15} + a_t + \mu \quad (2)$$

| Modelo 1: ARMAX, usando las observaciones 1997:1-2019:4 (T = 92) |                     |                       |               |                   |     |
|--|---------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-----|
| Variable dependiente: X/PIB                                      |                     |                       |               |                   |     |
| Desviaciones típicas basadas en el Hessiano                      |                     |                       |               |                   |     |
|  | <i>Coefficiente</i> | <i>Desv. Típica</i>   | <i>z</i>      | <i>valor p</i>    |     |
| const  | 0.128375            | 0.00443859            | 28.92         | <0.0001           | *** |
| phi_1  | 0.827521            | 0.0591900             | 13.98         | <0.0001           | *** |
| IMP_06_2   | -0.0238407          | 0.00239646            | -9.948        | <0.0001           | *** |
| IMP_19_2   | 0.00801093          | 0.00241674            | 3.315         | 0.0009            | *** |
| ESC_15   | 0.00524492          | 0.00240387            | 2.182         | 0.0291            | **  |
| Media de la vble. dep.   | 0.117519            | D.T. de la vble. dep. |               | 0.007354          |     |
| Media de innovaciones  | -0.000094           | D.T. innovaciones     |               | 0.003136          |     |
| Log-verosimilitud  | 399.2375            | Criterio de Akaike    |               | -786.4751         |     |
| Criterio de Schwarz  | -771.3444           | Crit. de Hannan-Quinn |               | -780.3682         |     |
|  | <i>Real</i>         | <i>Imaginaria</i>     | <i>Módulo</i> | <i>Frecuencia</i> |     |
| AR   |                     |                       |               |                   |     |
| Raíz 1   | 1.2084              | 0.0000                | 1.2084        | 0.0000            |     |

Figura 6. Modelo estimado para la serie X/PIB

En la Figura 6 observamos el modelo estimado para la serie X/PIB con sus correspondientes parámetros y valores, los cuales nos servirán para la realización de la diagnosis del modelo y la posterior predicción.

#### 5.1.4.- Diagnosis del modelo “X/PIB”

Una vez especificado y construido el modelo univariante debemos comprobar que cumple una serie de características, que llamaremos la diagnosis del modelo, para que la inferencia estadística y las predicciones realizadas con él sean estadísticamente válidas y con el menor error posible. Las condiciones a cumplir son:

A. Significación individual de los parámetros: Todos los parámetros estimados deben de ser significativos de forma individual. Para ello deberíamos realizar el contraste con  $H_0: \beta = 0$ , pero en este caso el modelo representado en la Figura 6 ya nos ofrece el P\_Valor correspondiente para cada parámetro, y como podemos observar todos ellos son inferiores al 5% de significación, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula y asegurar que todos los parámetros del modelo son significativos.

B. Comprobar la estacionariedad e invertibilidad del modelo: Nuestro modelo estimado es un autorregresivo de orden 1 por lo que siempre será invertible, ya que su especificación está en función de su propio pasado. Para comprobar que el modelo también es estacionario debemos de fijarnos en el valor de  $\phi_1$ , y que este sea menor que 1 en valor absoluto. Como  $\phi_1 = 0.828$  podemos asegurar que el modelo es estacionario, es decir, hemos tomado el número de diferencias regulares adecuadas, en este caso concreto, ninguna. Una forma más rápida de comprobar que el modelo es estacionario e invertible a la vez es observar la Raíz real del modelo y comprobar que es mayor que 1 en valor absoluto, en este caso, Raíz real = 1.208 por lo que podemos reafirmarnos en que el modelo cumple estas características necesarias.

C. Los residuos del modelo deben ser un ruido blanco: Para que esto se cumpla los residuos del modelo deben distribuirse idéntica e independientemente como una Normal de media 0 y varianza constante.

**Normalidad de los residuos.** En la Tabla 4 del anexo técnico observamos el gráfico de distribución de los residuos del modelo y el estadístico para el contraste de normalidad, con  $H_0: u_t \rightarrow N$ . Comprobamos un P\_Valor = 0,254, mayor que el 5% de significación, por lo que aceptamos la  $H_0$  de normalidad en los residuos del modelo.

**Ausencia de Autocorrelación en los residuos.** En la Tabla 5 del anexo técnico hemos representado la FAC y FACP de los residuos del modelo para comprobar si existe autocorrelación entre ellos. Con este gráfico comprobamos que ningún retardo es significativo por lo que rechazamos la posible autocorrelación entre ellos.

**Contraste Rango-Media para los residuos del modelo.** En la Tabla 6 del anexo técnico hemos representado este contraste con  $H_0$ : Pendiente = 0. Observamos un P\_Valor = 0,776, claramente superior al 5% de significación, lo que nos permite afirmar que la varianza de los residuos del modelo es constante.

**Contraste para comprobar que los residuos tienen media 0.** En la Tabla 7 del anexo técnico hemos representado el contraste con  $H_0$ : Media = 0. Observando el P\_Valor = 0,413 podemos afirmar que los residuos del modelo cumplen la condición de tener una media igual a 0.

Una vez realizada la diagnosis del modelo estimado de la serie X/PIB podemos afirmar que es un modelo válido para la inferencia estadística y para la realización de predicciones, ya que cumple todas las características estadísticas necesarias.

## 5.2.- Serie “Importaciones sobre PIB”

La segunda serie que modelizaremos la llamaremos “M/PIB”, y como hemos explicado en apartados anteriores, la hemos construido dividiendo el total de las importaciones de R.U. a la entre el PIB de R.U., todo ello a precios constantes.

Esta serie, también representada en la Figura 5, refleja tendencias crecientes y decrecientes a lo largo de la muestra, por lo que será necesario comprobar su estacionariedad. Observamos también datos atípicos en periodos similares que la serie X/PIB, lo que nos obligará a realizar un análisis de intervención de características parecidas. De la misma forma que con la serie anterior, estudiaremos la estructura de residuos, una vez que tengamos asegurado que trabajamos con una serie estacionaria en media y varianza, a través de la FAC y FACP.

### 5.2.1.- Análisis de la estacionariedad de la serie “M/PIB”

Para analizar la estacionariedad de la serie M/PIB comprobaremos primero si tiene varianza constante a través del gráfico Rango-Media y del contraste con  $H_0$ : Pendiente = 0. Posteriormente, realizaremos el contraste aumentado de Dickey-Fuller con  $H_0$ : Raíz = 1, lo que significa raíz unitaria en la serie, por lo tanto, la no estacionariedad de la misma.

El contraste **Rango-Media** lo encontramos en la Tabla 8 del anexo técnico y muestra un  $P\_Valor = 0,413$ , aportando evidencia suficiente a favor de la hipótesis nula, por lo que no la rechazamos al 5% de significación, lo que implica una varianza constante para esta serie.

El contraste aumentado de **Dickey-Fuller**, representado en Tabla 9 del anexo técnico, nos permite comprobar si una serie es estacionaria en media y varianza. En este caso observamos un  $P\_Valor = 0,004$ , menor que el nivel de significación del 5%, por lo que se debe rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria y afirmar la estacionariedad de esta serie.

### 5.2.2.- Análisis de la estructura de los retardos de la serie “M/PIB”

En este apartado observaremos las FAC y FACP de la serie M/PIB, una vez comprobada su estacionariedad, a través del dibujo del correlograma, localizado en la Tabla 10 del anexo técnico, para establecer la estructura en los retardos de esta serie.

En esta tabla comprobamos que la estructura que sigue la serie de las importaciones es la misma que la de las exportaciones, un autorregresivo de orden 1. Observamos en la FAC infinitos retardos significativos y en la FACP tan solo uno, una estructura casi idéntica a la de la serie X/PIB.

Mediante el dibujo del correlograma, afirmamos que la serie M/PIB sigue una estructura de AR (1), donde la serie se explica en función de su primer retardo y un ruido blanco:

$$\left(\frac{M}{PIB}\right)_t = \phi_1 \left(\frac{M}{PIB}\right)_{t-1} + a_t + \mu \quad (3)$$

### 5.2.3.- Análisis de intervención de la serie “M/PIB”

Como comentamos en apartados anteriores esta serie también presenta datos atípicos, que se aprecian en la Figura 5, que deben de ser corregidos para que los residuos del modelo estimado se comporten como una Normal. Por lo que al igual que hicimos con la serie anterior debemos de tratar estos datos para que el modelo cumpla la diagnosis.

La serie M/PIB necesita, al igual que la serie de exportaciones, dos variables ficticias de impulso en el segundo cuatrimestre del 2006 y en el segundo cuatrimestre del 2019, debido a cambios transitorios de nivel en estos periodos, que denominaremos IMP\_06 e IMP\_19.

Como diferencia a la serie anterior, el análisis de intervención en forma de escalón que necesita M/PIB se encuentra en los periodos comprendidos entre el cuarto trimestre del 2008 y el tercer trimestre del 2009, y la denominaremos ESC\_08.

Después de realizar este análisis de intervención podemos asegurar la normalidad de los residuos y modelizar esta serie temporal como un modelo univariante de estructura ARIMA (1,0,0), (0,0,0), incluyendo las tres variables ficticias creadas en este apartado.

$$\left(\frac{M}{PIB}\right)_t = \beta_0 + \phi_1 \left(\frac{M}{PIB}\right)_{t-1} + \beta_1 IMP_{06} + \beta_2 IMP_{19} + \beta_3 ESC_{08} + a_t + \mu \quad (4)$$

| Modelo 1: ARMAX, usando las observaciones 1997:1-2019:4 (T = 92) |                     |                       |               |                   |     |
|--|---------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-----|
| Variable dependiente: M/PIB                                      |                     |                       |               |                   |     |
| Desviaciones típicas basadas en el Hessiano                      |                     |                       |               |                   |     |
|  | <i>Coefficiente</i> | <i>Desv. Típica</i>   | <i>z</i>      | <i>valor p</i>    |     |
| const  | 0.141126            | 0.00400202            | 35.26         | <0.0001           | *** |
| phi_1  | 0.859650            | 0.0528407             | 16.27         | <0.0001           | *** |
| IMP_06_2   | -0.0197115          | 0.00207270            | -9.510        | <0.0001           | *** |
| IMP_19_2   | 0.00783126          | 0.00208521            | 3.756         | 0.0002            | *** |
| ESC_08   | 0.00733794          | 0.00205181            | 3.576         | 0.0003            | *** |
| Media de la vble. dep.   | 0.137031            | D.T. de la vble. dep. | 0.006483      |                   |     |
| Media de innovaciones  | 0.000123            | D.T. innovaciones     | 0.002747      |                   |     |
| Log-verosimilitud  | 411.3176            | Criterio de Akaike    | -810.6352     |                   |     |
| Criterio de Schwarz  | -795.5045           | Crit. de Hannan-Quinn | -804.5283     |                   |     |
|  | <i>Real</i>         | <i>Imaginaria</i>     | <i>Módulo</i> | <i>Frecuencia</i> |     |
| AR   |                     |                       |               |                   |     |
| Raíz 1   | 1.1633              | 0.0000                | 1.1633        | 0.0000            |     |

Figura 7. Modelo estimado para la serie M/PIB.

En la Figura 7 hemos representado el modelo estimado para la serie M/PIB con los correspondientes valores para cada uno de sus parámetros, que nos permitirán realizar la diagnosis del modelo y predicciones futuras.

#### 5.2.4.- Diagnosis del modelo “M/PIB”

Una vez especificado y construido el modelo univariante debemos comprobar que cumpla la diagnosis, al igual que hicimos con la serie X/PIB. En este caso iremos analizando las diferentes características a cumplir de una forma más rápida, ya que la parte teórica fue explicada con la serie anterior.

A. Significación individual de los parámetros: Todos los parámetros del modelo presentan un P\_Valor inferior al 5% en el contraste de significación individual, por lo que podemos afirmar que todos los parámetros son significativos.

B. Comprobar la estacionariedad e invertibilidad del modelo: Como ya explicamos para la serie X/PIB todas las estructuras autorregresivas son invertibles, y en este caso, también es un modelo estacionario ya que  $\phi_1 = 0.859$ , menor que 1 en valor absoluto. Además, la Raíz real = 1.163, mayor que 1 en valor absoluto.

C. Los residuos del modelo deben ser un ruido blanco: Para que se cumpla esta característica, los residuos del modelo deben de distribuirse idéntica e independientemente como una Normal de media 0 y varianza constante.

**Normalidad de los residuos.** En la Tabla 11 del anexo técnico observamos el estadístico para el contraste de normalidad y comprobamos un P\_Valor = 0,595, por lo que existe suficiente evidencia a favor de la hipótesis nula de normalidad en los residuos del modelo.

**Ausencia de Autocorrelación en los residuos.** En la Tabla 12 del anexo técnico hemos representado la FAC y FACP de los residuos del modelo y comprobamos que no existe autocorrelación entre ellos.

**Contraste Rango-Media para los residuos del modelo.** En la Tabla 13 del anexo técnico hemos representado este contraste obteniendo un P\_Valor = 0,151. Al ser mayor al 5% de significación aceptamos la hipótesis nula de varianza constante en los residuos

**Contraste para comprobar que los residuos tienen media 0.** En la Tabla 14 del anexo técnico observamos este contraste y obtenemos un P\_Valor = 0,671, por lo que aceptamos la hipótesis nula de media igual a 0 en los residuos del modelo.

Después de realizar la diagnosis del modelo estimado de la serie M/PIB podemos decir que es un modelo valido para la realización de inferencia estadística y predicciones.

## 6.- Resultados de los modelos estimado.

En este apartado mostraremos la evolución de los modelos estimados en comparación con los datos originales de las series, y observaremos sus errores de predicción con el fin de ilustrar la bondad del ajuste en relación con las series originales.

### 6.1.- Análisis del modelo estimado para la serie “X/PIB”

En los dos siguientes gráficos se muestra la evolución real de la serie y la de nuestro modelo estimado, además de sus tasas de variación. También se muestra una tabla con los errores de predicción correspondientes a esta serie.

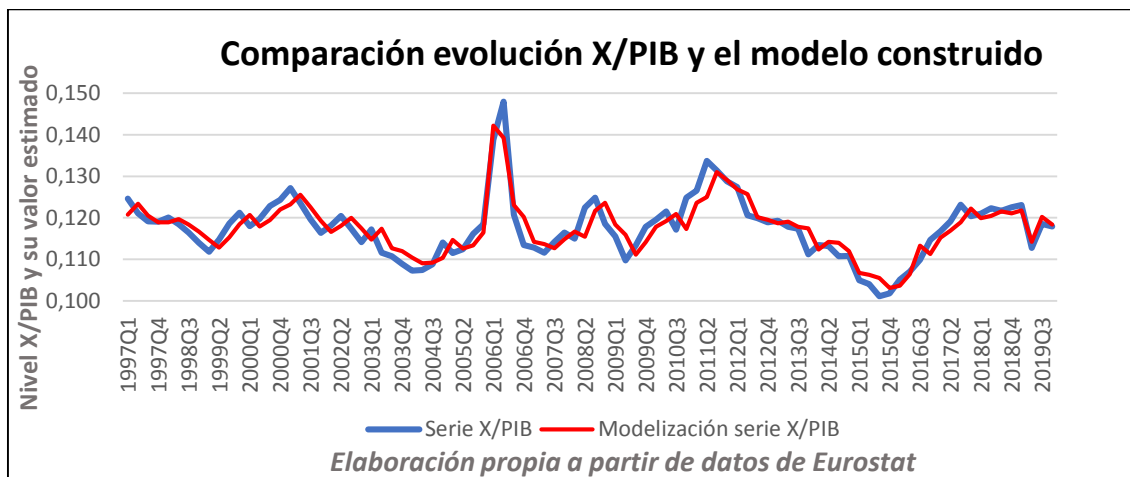


Figura 8. Comparación entre la serie X/PIB y el modelo ARMA (1,0).

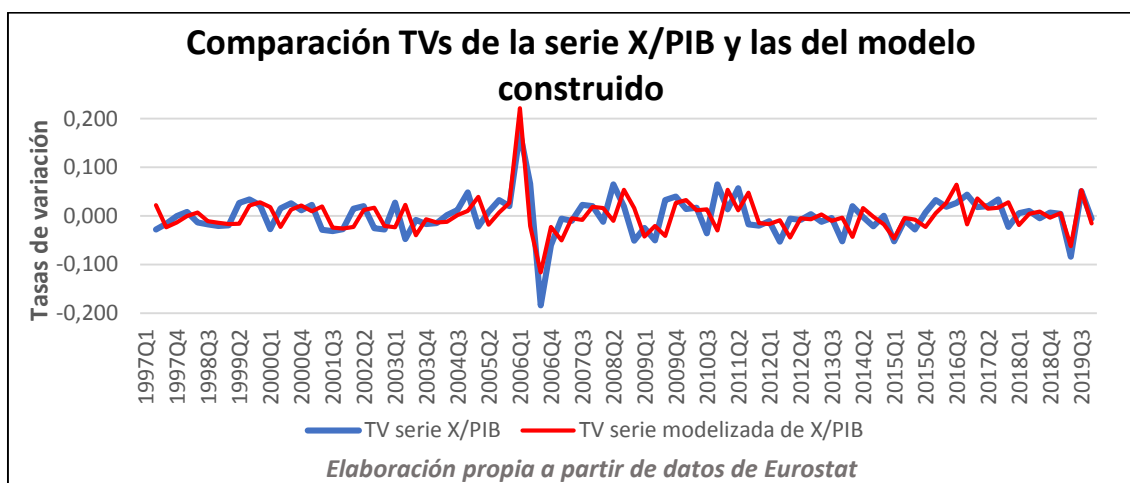


Figura 9. Comparación entre las tasas de variación de X/PIB y las del modelo ARMA (1,0)

| Errores de predicción.             |                |
|------------------------------------|----------------|
| Modelo                             | Forecast_X/PIB |
| Raiz del error cuadrático medio    | 0,003          |
| Error absoluto medio               | 0,003          |
| Porcentaje de error absoluto medio | 0,022          |

Figura 10. Errores de predicción de la serie X/PIB

En la Figura 8 podemos comprobar que la evolución de la serie original de X/PIB y la construida con nuestro modelo estimado son casi idénticas, adaptándose con gran acierto a todos los shocks experimentados desde el año 1997 y mostrando la tendencia bajista debido a la confirmación del Brexit. También hemos representado las tasas de variación de la serie y del modelo estimado en la Figura 9 observando unas variaciones muy similares.

## 6.2.- Análisis del modelo estimado para la serie “M/PIB”

En este apartado vamos a realizar los mismos gráficos y comparaciones para la serie M/PIB y su modelo estimado con el fin de establecer como se ajusta nuestro modelo a los datos de la vida real. También realizaremos otra tabla donde observar los errores de predicción que presenta nuestra estimación.

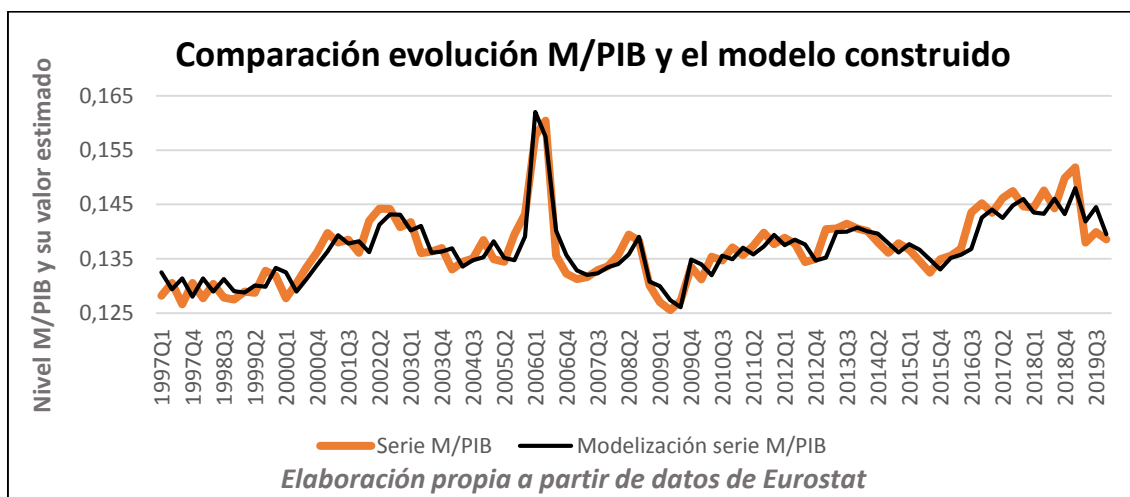


Figura 11. Comparación entre la serie M/PIB y el modelo ARMA (1,0).

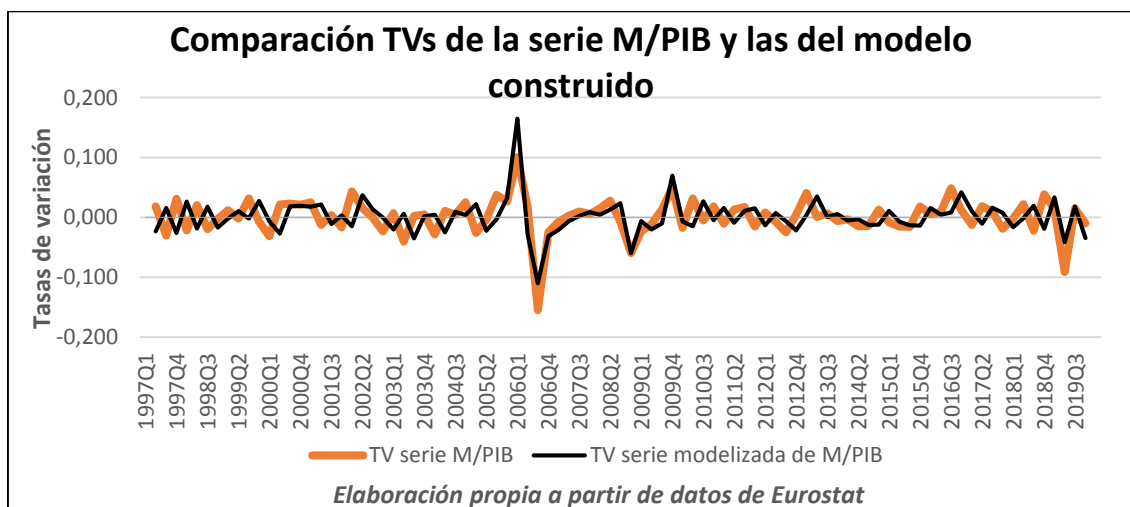


Figura 12. Comparación entre las tasas de variación de M/PIB y las del modelo ARMA (1,0)

| Errores de predicción.             |                |
|------------------------------------|----------------|
| Modelo                             | Forecast_M/PIB |
| Raiz del error cuadrático medio    | 0,003          |
| Error absoluto medio               | 0,002          |
| Porcentaje de error absoluto medio | 0,016          |

Figura 13. Errores de predicción serie M/PIB

En la Figura 11 podemos ver como la evolución de nuestras estimaciones es bastante cercana a la de los datos reales, pero observando algunas diferencias, sobre todo, al inicio y al fin de la serie. En cuanto a las tasas de variaciones, representadas en la Figura 12, vemos unas tendencias totalmente semejantes, hasta en los momentos más volátiles.

### 6.3.- Evolución del saldo comercial y su modelización

En la Figura 14 hemos representado la evolución del saldo comercial entre R.U. y la Eurozona, con relación al PIB del primero, y su comparación con la estimación obtenida a partir de los modelos construidos de las series X/PIB y M/PIB. Podemos observar como, a pesar de no ser dos evoluciones idénticas, el modelo estimado capta a la perfección las tendencias de la serie original, lo que puede ser de gran ayuda a la hora de realizar predicciones acerca de la evolución futura de este saldo comercial.

Con nuestro modelo estimado, igual que con la serie original, observamos que el punto más bajo de este saldo comercial se alcanzó a finales del 2016, año en el que tiene origen el proceso del Brexit. A partir de este periodo el saldo comercial empezó a crecer, pudiendo significar una mejora en la posición de R.U.

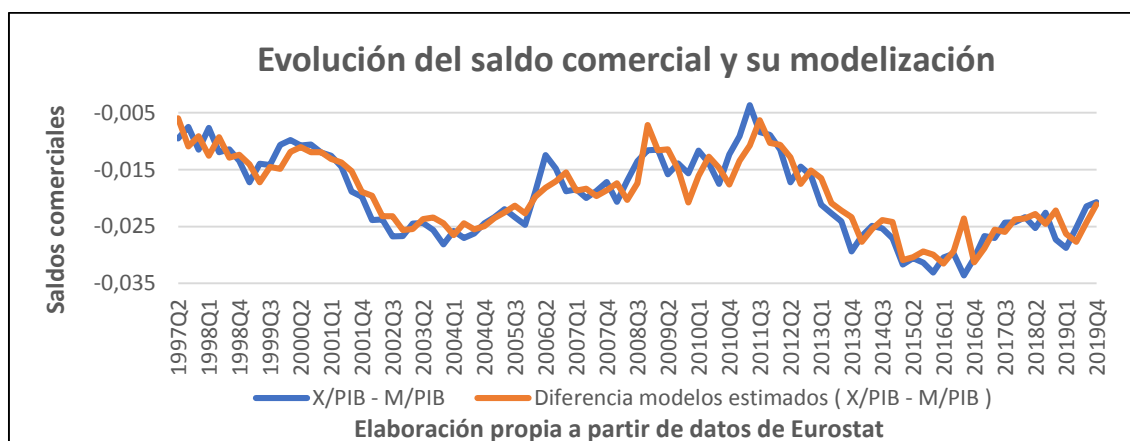


Figura 14. Evolución del saldo comercial de las series y del modelo estimado.

## 6.4.- Predicciones para el año 2020

En el siguiente apartado se mostrará como podría ser la evolución de ambas series, X/PIB y M/PIB, y del saldo comercial de R.U. con la Eurozona en el 2020. Para la realización del cálculo de estas predicciones se analizarán dos posibles escenarios, uno con la materialización de un acuerdo amistoso entre R.U. y la UE, lo que supondría una relación similar a la actual, que lo denominaremos Brexit blando. Y otro escenario que contemple un acuerdo en el que se establezcan las reglas comerciales de la Organización Mundial del Comercio, que denominaremos Brexit duro.

### Series X/PIB y M/PIB y respectivas predicciones hasta 2020:

Para la construcción del escenario de Brexit blando se ha ejecutado, para ambos modelos, una predicción automática, siendo dinámica para los valores fuera de la muestra. Y para el cálculo de las predicciones en el escenario de Brexit duro se han utilizado las desviaciones típicas de los residuos de ambos modelos ( $\sigma_{U_X}$ ) de la siguiente forma:

Para las predicciones del modelo de exportaciones  $\rightarrow X_t = X_{t-1} - \sigma_{U_X}$  (5)

Para las predicciones del modelo de importaciones  $\rightarrow M_t = M_{t-1} - \sigma_{U_M}$  (6)

En las Figuras 15 y 16 podemos observar una continuación de la tendencia de los flujos comerciales en el escenario del Brexit blando, tanto en las exportaciones como en las importaciones. Sin embargo, apreciamos un considerable descenso de los flujos en el escenario de Brexit duro, debido a que estamos suponiendo una salida del proceso de ruptura casi sin acuerdos. También es importante señalar que la caída de las importaciones, en este escenario, es de mayor medida que la de las exportaciones.

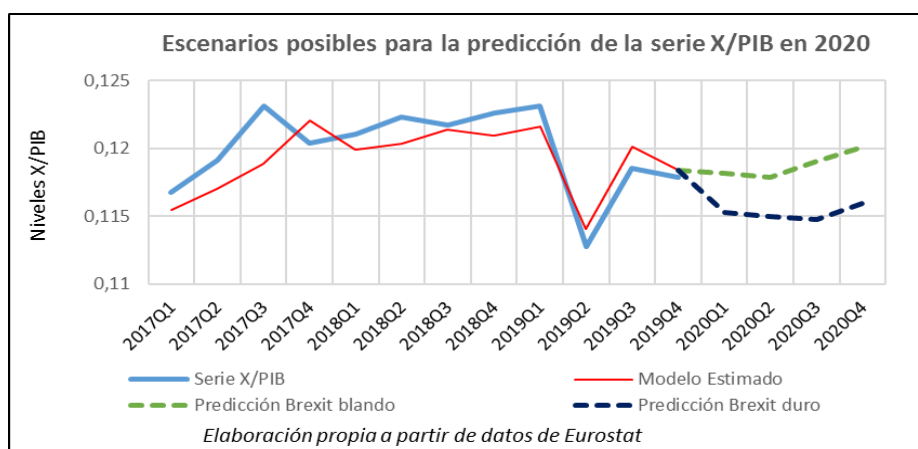


Figura 15. Predicción año 2020 de la serie X/PIB.

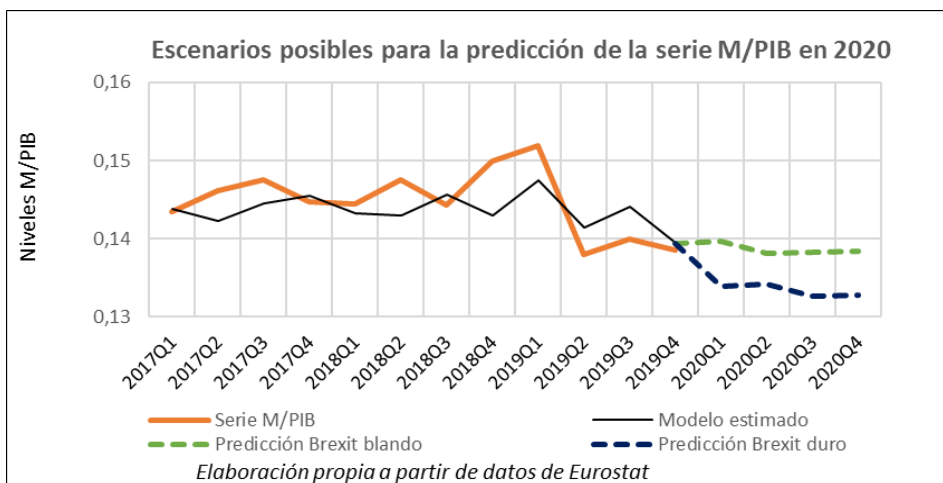


Figura 16. Predicción año 2020 de la serie M/PIB

En la Figura 17 hemos representado el saldo comercial entre R.U. y la Eurozona bajo ambos escenarios, comprobando la que sea posiblemente la mayor conclusión de este trabajo. Ya que observamos que, para valores realistas del proceso de ruptura comercial, es decir, en un escenario de escasos acuerdos comerciales entre R.U. y la Eurozona, se aprecia una mejora en la balanza comercial del país británico.



Figura 17. Predicción del saldo comercial para el año 2020.

## 7.- Conclusiones

Del trabajo de fin de grado presente podemos extraer dos grandes conclusiones que nos pueden ayudar a entender el porqué del Brexit y sus consecuencias económicas, tanto para R.U. como para la Eurozona, a medio y largo plazo.

En primer lugar, la integración asimétrica de R.U., desde su entrada a la Unión Europea, nos puede enseñar los riesgos de un proyecto comunitario que no lleva como bandera la integración política. El país al norte del Canal de la Mancha siempre se mantuvo muy reticente a compartir parte de su soberanía nacional, reflejando las contradicciones existentes al avanzar en acuerdos comerciales sin la creación de instituciones, de carácter internacional, que forjen una unión económica y política.

Y como segunda clave a extraer de este trabajo, la singularidad de la posición comercial de R.U. frente al resto de la Eurozona hace más complejo el cálculo de las consecuencias futuras de esta ruptura. En el corto plazo, lo más probable es que R.U. vea reducido su PIB en mayor medida que el global de la Eurozona, debido al tamaño económico dispar entre estos dos agentes. Pero en el medio y largo plazo no debemos de estar tan seguros que el Brexit suponga un duro golpe para la economía británica, ya que esto dependerá en gran medida del acuerdo finalmente alcanzado entre ambas partes, como de las relaciones comerciales que forje R.U. con los diferentes países.

No podemos saber con seguridad si el proceso del Brexit dará la razón a todos los euroescépticos de la Unión Europea, pero lo que si debemos de comprender es que, si este proyecto comunitario desea no desintegrarse y ser útil para sus estados miembros debe de dar un giro radical, apostando por acuerdos que unan a los países en materias políticas, económicas y fiscales, y no solo en el plano comercial.

## 8.- Bibliografía

1. José Alberto Mauricio. Universidad Complutense de Madrid. Introducción al análisis de series temporales. Marzo, 2007.
2. Andrés M. Alonso. Universidad Carlos III de Madrid. Introducción al Análisis de Series Temporales.
3. Creative Commons BY-NC-ND. El Orden Mundial en el Siglo XXI. La cronología del Brexit. Enero, 2020.
4. Federico Steinberg. Real Instituto Elcano. Impacto económico del Brexit. Junio, 2016
5. Teresa Aburto. El Mundo. Brexit: Cronología de un divorcio. Enero, 2020.
6. Jesús Fernández-Villaverde. Nada es Gratis. Brexit: Una versión diferente (I). Junio, 2016.
7. Jesús Fernández-Villaverde. Nada es Gratis. Brexit: Una versión diferente (II). Junio, 2016.
8. Consejo de la Unión Europea. Consejo Europeo. Cronología del Brexit. Enero, 2020.
9. Antoine Berthou, Angel Estrada, Sophie Haincourt, Alexander Kadow, Moritz A. Roth, y Marie de la Serve. Banco de España, Doc. N° 1911. Assesing the macroeconomic impact of the Brexit through trade and migration channels. Mayo, 2019.
10. Roberto Casado. Expansión. Los tres escenarios que se abren para el Brexit tras el acuerdo. Octubre, 2019.

## 9.- Anexo técnico

|   |
|---|
| <p><b>Contraste Rango-Media:</b><br/>                 Pendiente de 'rango' con respecto a 'media' = 0.436<br/>                 El valor p para H0: [Pendiente = 0 es 0.421]</p> |
|---|

Tabla 1. Contraste Rango-Media serie X/PIB.

|  |
|--|
| <p><b>Contraste aumentado de Dickey-Fuller para x:</b> estadístico de contraste: <math>\tau_c(1) = -4.060</math><br/>                 Valor p asintótico 0.001<br/>                 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.013</p> |
|--|

Tabla 2. Contraste aumentado de Dickey-Fuller para la serie X/PIB.

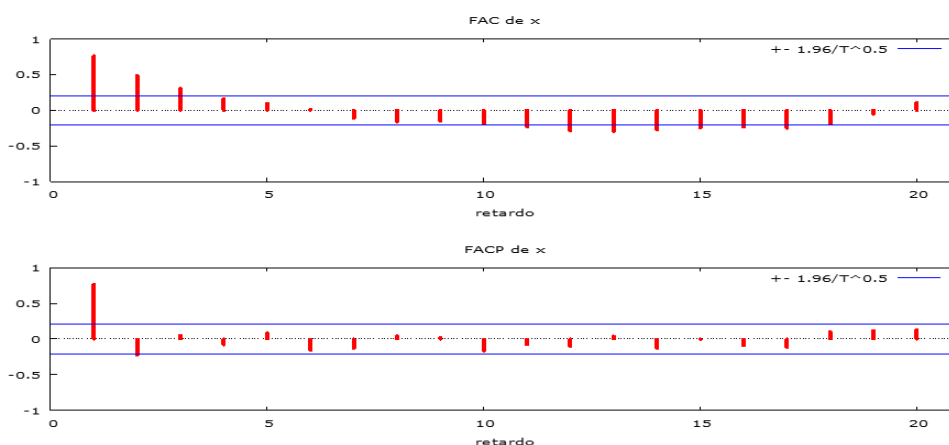


Tabla 3. Correlograma de la serie X/PIB. Representación FAC y FACP.

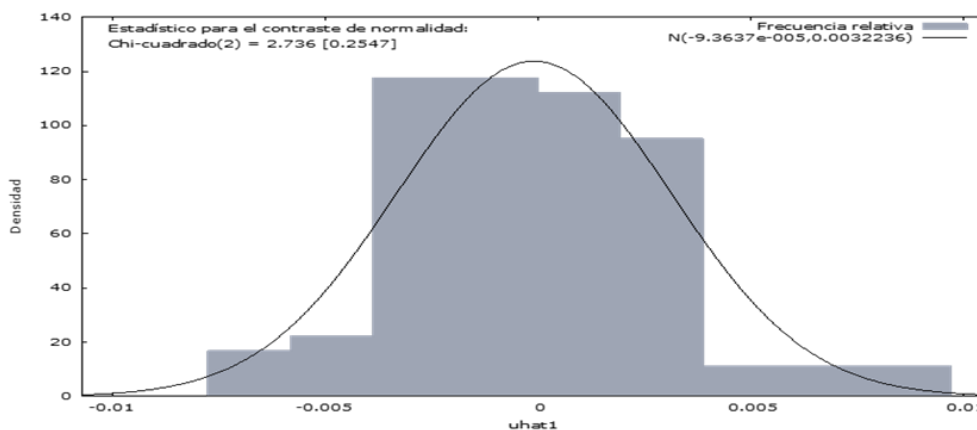


Tabla 4. Grafico sobre la normalidad de los residuos de la serie X/PIB.

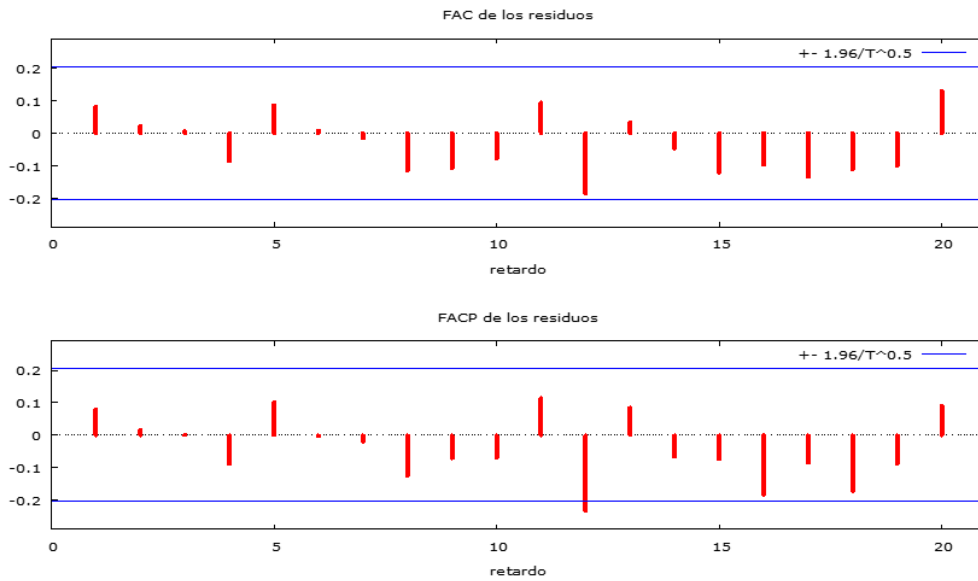


Tabla 5. Correlograma de los residuos de la serie X/PIB. Representación FAC y FACP

Estadísticos de rango-media para uhat\_x  
 Pendiente de 'rango' con respecto a 'media' = 0.550  
 El valor p para H0: [Pendiente = 0 es 0.641]

Tabla 6. Contraste Rango-Media para los residuos del modelo X/PIB.

Hipótesis nula: [Media poblacional = 0]  
 Tamaño muestral: n = 92  
 Media muestral = -9.3637e-005, desv. típica = 0.003  
 Estadístico de contraste:  $t(91) = (-9.3637e-005 - 0)/0.000328614 = -0.285$   
 Valor p a dos colas = 0.776  
 (a una cola = 0.388)

Tabla 7. Contraste de media=0 para los residuos del modelo X/PIB.

Contraste Rango-Media:  
 Pendiente de 'rango' con respecto a 'media' = 0.457  
 El valor p para H0: [Pendiente = 0 es 0.413]

Tabla 8. Contraste Rango-Media para la serie M/PIB.

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para x:  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -3.726$   
 Valor p asintótico 0.004  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009

Tabla 9. Contraste aumentado de Dickey-Fuller para la serie M

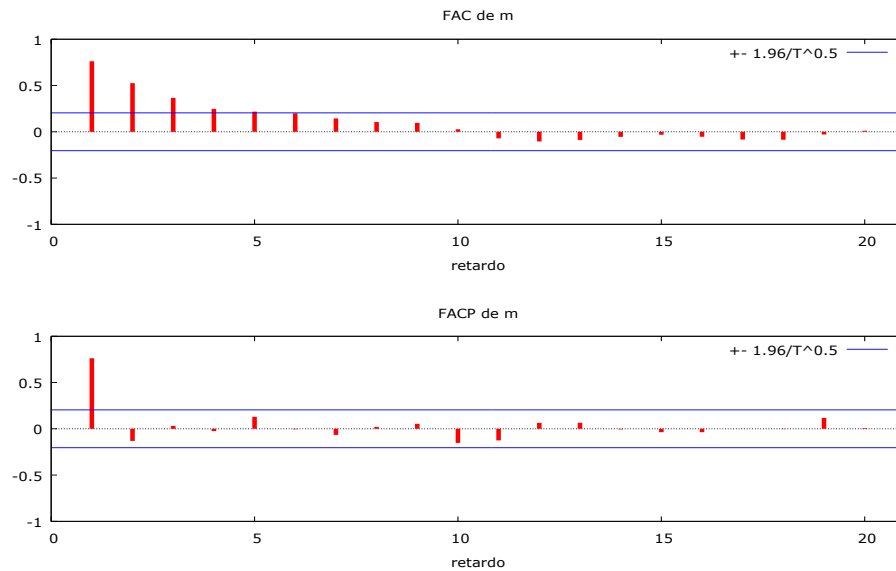


Tabla 10. Correlograma de la serie M/PIB. Representación FAC y FACP.

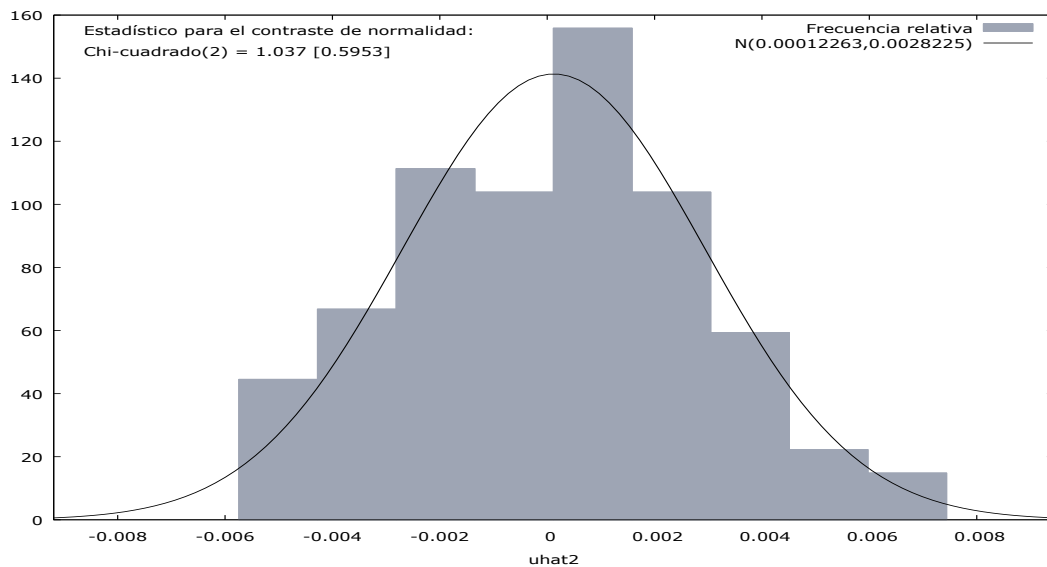


Tabla 11. Grafico sobre la normalidad de los residuos de la serie M/PIB.

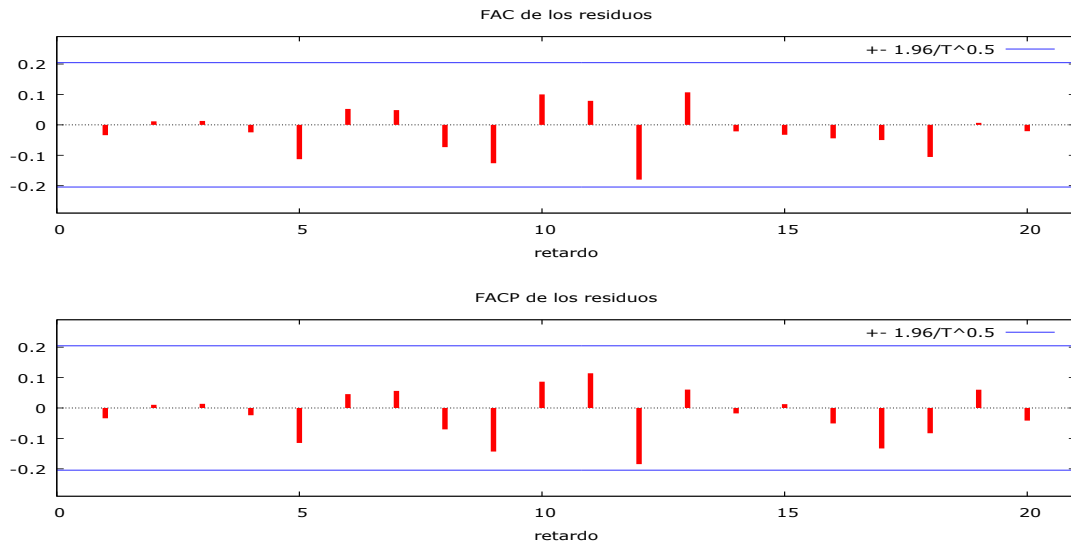


Tabla 12. Correlograma de los residuos de la serie M/PIB. Representación FAC y FACP.

Estadísticos de rango-media para Residuos\_x  
 Pendiente de 'rango' con respecto a 'media' = 1.125  
 El valor p para H0: [Pendiente = 0 es 0.151]

Tabla 13. Contraste Rango-Media para los residuos del modelo M/PIB.

Hipótesis nula: [Media poblacional = 0]  
 Tamaño muestral: n = 92  
 Media muestral = 0.000122634, desv. típica = 0.003  
 Estadístico de contraste:  $t(91) = (0.000122634 - 0)/0.000287724 = 0.426$   
 Valor p a dos colas = 0.671  
 (a una cola = 0.336)

Tabla 14. Contraste de media=0 para los residuos del modelo M/PIB.