

# MODELIZACIÓN ECONOMETRICA ARIMA DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y LA FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA DURANTE EL PERIODO 2019-2020

## ARIMA ECONOMETRIC MODELING OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND GROSS FIXED CAPITAL FORMATION IN THE ECUADORIAN ECONOMY DURING THE 2019-2020 PERIOD

Henry Díaz-Toapanta  
hadiaz@espe.edu.ec  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Alisva Cárdenas-Pérez  
aacardenas@espe.edu.ec  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

### RESUMEN

La Inversión Extranjera Directa (IED) está estrechamente relacionada a la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) de un país. Externalidades como catástrofes naturales o la actual pandemia por COVID-19 son factores que pueden afectar estas variables, por lo que es necesario conocer si estas siguen un comportamiento esperado o no a fin de poder tomar decisiones de política económica adecuadas lo que puede realizarse mediante el uso de herramientas de modelación como el modelo econométrico ARIMA. El estudio analiza la series de tiempo de la IED y de FBKF desde 10 años atrás, poniendo atención en el periodo 2019 – 2020. El Modelo ARIMA es uno de los enfoques de metodología Box-Jenkins que ayuda al análisis econométrico correlacional para evaluar la relación existente entre estas variables de estudio. Uno de los principales hallazgos fue que el monto mínimo se ubica en el año 2036 con 1000 millones de dólares, por su lado, lo máximo que puede llegar la FBKF se pronostica para el año 2038 con un monto aproximado a los 3000 millones de dólares, con una tendencia a decrecer a 2500 millones en 40 años. Los resultados de la simulación con el modelo ARIMA, comparados con los datos observados, no muestran un ajuste adecuado, el test de Jaque Bera indica que la serie no presenta una distribución normal, eso permite concluir que este modelo puede ser usado para el pronóstico con el cuidado de su interpretación y con las actualizaciones de la información real al menos de forma anual.

**Palabras Clave** – Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), Inversión Extranjera Directa (IED), Modelo ARIMA, Modelo autorregresivo.

ARTÍCULO CIENTÍFICO: Modelización econométrica arima de la inversión extranjera directa y la formación bruta de capital fijo en la economía ecuatoriana durante el periodo 2019-2020  
Recibido: 20 de mayo de 2021, Revisión aceptada: 15 de julio de 2021

## ABSTRACT

Foreign Direct Investment (FDI) is closely related to the Gross Fixed Capital Formation (GFCF) of a country. Externalities such as natural catastrophes or the current COVID-19 pandemic are factors that can affect these variables, so it is necessary to know if they follow an expected behavior or not in order to be able to make appropriate economic policy decisions, which can be done through the use of modeling tools such as the ARIMA econometric model. The study analyzes the time series of FDI and FBKF from 10 years ago, paying attention to the period 2019-2020. The ARIMA Model is one of the Box-Jenkins methodology approaches that helps correlational econometric analysis to evaluate the relationship existing between these study variables. One of the main findings was that the minimum amount is located in the year 2036 with 1000 million dollars, on the other hand, the maximum that the FBKF can reach is forecast for the year 2038 with an approximate amount of 3000 million dollars, with a tendency to decrease to 2500 million in 40 years. The results of the simulation with the ARIMA model, compared with the observed data, do not show an adequate adjustment, the Jaque Bera test indicates that the series does not present a normal distribution, which allows concluding that this model can be used for forecasting with the care of its interpretation and with the updates of the real information at least annually.

**Keywords** - Gross Fixed Capital Formation (FBKF), Foreign Direct Investment (FDI), ARIMA Model, Autoregressive Model.

## INTRODUCCIÓN

La Inversión Extranjera Directa (IED), es entendida como la inversión que una empresa o persona realiza en el extranjero, de esta forma el país que recibe esta inversión dispone de una entrada de capitales extranjeros que promueven nuevas plazas económicas o a su vez buscan la participación de empresas ya constituidas para funcionar como una sucursal de la empresa o compañía inversora (Garay, 2014). Con la presencia de la pandemia por COVID-19 los flujos globales de IED están bajo una fuerte presión, las salidas de capitales hacia los países en desarrollo se ven especialmente afectados ya que las inversiones orientadas a la exportación y

las vinculadas a los productos básicos se encuentran en disminución (CEPAL, 2020). Para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2020), las consecuencias pueden durar más allá del impacto inmediato en los flujos de inversión, lo que convertiría a la crisis como un catalizador para un proceso de transformación estructural de la producción internacional en esta década y una oportunidad para una mayor sostenibilidad.

América Latina y el Caribe recibió 160.721 millones de dólares por concepto de inversión extranjera directa en 2019, es decir, 7.8% menos que en 2018, caída que se agudizó en 2020 como consecuencia

Henry Díaz-Toapanta; Alisva Cárdenas-Pérez

de la crisis derivada de la pandemia del COVID-19, lo que prevé una disminución de entre un 45% y un 55%. Por otro lado, la IED en Ecuador es pequeña en términos absolutos, en especial si se compara con la de países vecinos como Perú y Colombia. En este sentido, la inversión acumulada en el primer trimestre de 2020 alcanzó apenas USD 203 millones, presentando una tasa de variación de -3,4% comparado al mismo periodo en el año 2019 en donde el valor de la IED fue de USD 210 millones (BCE 2020).

En Ecuador la IED es una fuente de recursos que posteriormente se destina a actividades productivas, las mismas que en gran parte son generadores de empleo en el país y por ende al desarrollo económico del mismo. El Banco Central del Ecuador (2020), señala que la IED por modalidad de Inversión pasó de 329,8 millones de dólares en el 2019 a 473,2 millones en el 2020; por su lado, la Inversión Extranjera Directa por Rama de Actividad Económica ubicó al Sector de la Construcción como el que recibió mayor IED pasando de 84.1 millones en el 2019 a 170.4 millones en el 2020.

En cuanto a la IED por país de origen, es preciso revisar que en el año 2017, España, con USD 80,1 millones (12,9% del total), se situó como el segundo país inversor, sólo por detrás de China que

es el primer país inversor en Ecuador con más de 100 millones de dólares anuales, en tercer lugar Estados Unidos con un monto aproximado de 67 millones. Es interesante revisar cómo ha variado la procedencia de los recursos económicos recibidos en Ecuador, por ejemplo en el año 2018 el mayor monto de inversión provino de Bermudas (13,7%), seguido de Canadá (13,6%), Holanda (12,9%) y, en cuarta posición, España, con el 11,6% de la inversión total en el país, equivalente a 169 millones USD, lo que supuso un 111% más que el año 2017.

Durante el periodo 2019 al 2020, la inversión española se centró sobre todo en el sector de la minería (40% sobre la inversión total) y en la industria manufacturera, con un peso del 16%. Los datos publicados en el BCE (2020) sobre la IED del año 2019 reflejan un total de 966,1 millones USD (-33,6% menor a la de 2018), de cuyo monto 149,5 millones USD son de origen español, que ubica a España como el segundo país más inversor en Ecuador, con un 15,5% sobre el total, sólo superado por China y Canadá (24,6%), por detrás se sitúan Holanda (11,5%) y Estados Unidos (7,8%).

Al considerar que la Inversión Extranjera Directa (IED) podría ser una entrada de capital internacional importante para los procesos de reactivación nacional

durante la pandemia por COVID-19, realizar estudios actualizados que permitan demostrar esta afirmación y que promuevan una apertura comercial al permitir la participación de activos extranjeros, permite a la academia colaborar a que se promuevan políticas económicas que ayuden a las empresas nacionales para acceder con mayor facilidad a la adquisición de productos y tecnología así como también identificar a nivel macroeconómico los sectores de la economía que han aumentado sus inversiones y poner atención a aquellos sectores que no han logrado hacerlo.

En este contexto, la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) es el indicador que puede dar cuenta del acrecentamiento del stock de activos fijos al estar relacionado de forma directa a la inversión extranjera, se la determina mediante el cálculo de las variaciones de la cantidad total de los bienes duraderos de un país durante un determinado periodo de tiempo, es decir que su medición da cuenta del valor de los activos fijos no financieros adquiridos o producidos en toda la economía nacional, en donde se debe considerar el total de las adquisiciones menos las ventas de los activos fijos (Sánchez, 2019).

Las fluctuaciones de la FBKF por lo general son asociadas a variaciones en las expectativas de las empresas, el patrón de crecimiento y la confianza de los

hogares (Bolaños, 2019); en la economía ecuatoriana, en el año 2019 la inversión privada disminuyó su participación en el conjunto de la economía ya que registró un 17,10% de aporte al Producto Interno Bruto (PIB), lo que significó 0,5 puntos porcentuales menos que en 2018 lo que significó que el total de la FBKF alcance los niveles del año 2011. Los estudios realizados por el Banco Central afirman que el sector privado potenció su actividad económica gracias a la adquisición de activos fijos en ciertos sectores de la economía como: acuicultura y pesca de camarón; comercio al por mayor y menor; actividades inmobiliarias; entre otras (BCE, 2019).

Cuando se produce una disminución en la IED no solo disminuye el stock de capital físico sino también el tecnológico, lo que promueve la poca acumulación de capital por las bajas inversiones nuevas, con la consecuente disminución de la producción nacional e insignificantes cambios tecnológicos. La disminución de los precios del petróleo, cacao, flores, atún, enlatados, entre otros, debido a la pandemia por COVID-19, dio como consecuencia que en el segundo trimestre del año 2020 se presente un decrecimiento en la economía ecuatoriana del 12,4% con una caída de la Balanza Comercial (BCE, 2020); lo que provoca que los inversionistas extranjeros

se sientan menos atraídos a poner sus capitales en riesgo dentro de la economía ecuatoriana disminuyendo la FBKF.

Atendiendo esta problemática, se plantea una modelación ARIMA que permita establecer si un modelo autorregresivo es una herramienta de pronóstico adecuada en la toma de decisiones de política económica que tengan que ver con la FBKF, pregunta de investigación que se plantea es ¿El modelo econométrico ARIMA ayuda a la determinación de la incidencia de la IED en la FBKF del Ecuador durante el periodo 2019 – 2020?, para lograrlo se investiga las variables macroeconómicas en el BCE, se analizan los indicadores de la IED y FBKF y se estructura el modelo econométrico planteado. La hipótesis nula que se plantea es que la IED no incide en la FBKF de la economía ecuatoriana durante el periodo 2019 – 2020.

## MARCO TEÓRICO

### La teoría del comercio internacional

Las teorías del comercio internacional han sido consideradas en la literatura como uno de los marcos posibles para el estudio de la localización de la IED y sus determinantes, al justificar los desplazamientos de los factores productivos (capital y trabajo) a través del comercio de bienes y bajo la consideración de que en el marco del modelo Heckscher-

Ohlin el libre comercio y la movilidad de factores son sustitutos. Sin embargo, estos modelos suponen una absoluta inmovilidad internacional de dichos factores productivos, por lo que en realidad no pueden dar respuesta a los flujos directos de capital en forma de IED. (García, 2004, p.249)

En este sentido, el modelo o teoría Heckscher-Ohlin (H-O) pronostica un patrón de comercio basado en las aportaciones de factores de las distintas naciones y ofrece la primera justificación al desplazamiento internacional del capital de los países desarrollados a países en desarrollo, lo que promueve un incremento en la FBKF de los países que reciben los flujos internacionales. Se puede decir que se trata de desplazamientos indirectos a través de los flujos de bienes, los desplazamientos factoriales directos sólo tendrían sentido bajo los supuestos del modelo H-O, en el caso de existir diferencias a nivel internacional en su remuneración, con respecto a esto para García (2004), la movilidad perfecta de bienes y no igualación del precio de los factores son elementos incompatibles.

### La teoría de la localización marshalliana

Marshall (1936), bajo el amparo de las denominadas economías externas, identificó tres causas diferentes que determinarían la concentración de las

actividades productivas y un incremento de los activos fijos nacionales: la disponibilidad de mano de obra calificada, la disponibilidad de factores y servicios específicos a la industria, y la existencia de flujos de conocimiento entre empresas de una misma localización (Flores, 1957, p.333). La aplicación de este enfoque general al marco explicativo de la IED, ha generado estudios de carácter empírico sobre la importancia que tienen las causas observadas por Marshall (1936) sobre la distribución territorial de la IED en las diferentes economías del mundo como una forma de recepción de liquidez que promueve el incremento de la producción nacional y con esto una mejor calidad de vida para sus residentes.

### **La teoría de la localización japonesa**

La teoría macroeconómica de Kojima (1976), hace referencia a que la IED es la forma en que las economías pueden internacionalizarse y expandirse mediante el desplazamiento de capital financiero, se puede decir que es una extensión de la teoría H-O del comercio internacional en la que se considera proporciones factoriales como los determinantes de los flujos comerciales en productos intermedios (Díaz, 2003, p.5); en esta teoría se recurre a la dotación factorial relativa y se excluyen los factores que no están dentro de las teorías tradicionales como aprovechar

las economías de escala y la necesidad de diferenciación de los productos.

### **METODOLOGÍA**

La predicción económica y financiera a nivel macroeconómico es un proceso complejo que, si bien es cierto, es de mucha ayuda para la toma de decisiones, no es menos cierto que demanda en algunas ocasiones la utilización de técnicas econométricas complejas, por lo que esta tarea debe ser realizada de manera muy cuidadosa. El enfoque sugerido por Box y Jenkins para el análisis de Series de Tiempo univariantes, es de mucha utilidad estadística para realizar predicciones considerando variables de tipo económico, social, demográfico debido a que adiciona un elemento subjetivo que le permite al investigador escoger entre una gran variedad de modelos, con lo cual las predicciones no tienen que ser únicas ni permanentes, facilitando la toma de decisiones y políticas (Chávez, 1997).

La presente investigación se basó en métodos cuantitativo, exploratorio descriptivo y analítico; establecidas las hipótesis y para su comprobación se utilizó el proceso autorregresivo y de medias móviles ARIMA para obtener P- Valor y las betas en las diferentes fases que propone este modelo y de esta manera determinar la relación entre las variables. Para el caso que nos ocupa, se tomó el total de la población

que conforma la Inversión Extranjera Directa (IED) y la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), correspondiente al PIB anual en el periodo 2019-2020. Es preciso considerar que estos modelos solo se pueden aplicar a series que no muestren tendencia, por lo que en esta investigación fue preciso eliminar la estacionariedad presentada en la FBKF mediante la aplicación de las primeras diferencias.

Para la recopilación y análisis de datos cuantitativos se utilizó los datos obtenidos de diferentes páginas oficiales de instituciones públicas como: Banco Central del Ecuador, Banco Mundial, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Finanzas y CEPAL. Se tomó información desde los años 2000 al 2020 de los diferentes montos por industria de las variables IED y FBKF, la muestra no aplica en esta investigación puesto que es una investigación documental y por ende se realizó investigación bibliográfica para contar con información secundaria.

Para la construcción del modelo ARIMA se consolidó una base de 20 datos de las dos variables de estudio por industria, que se encuentran clasificadas en diferentes sectores: explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, suministro de electricidad, gas y agua, servicios, transporte, almacenamiento, comunicaciones, construcción, otros

sectores, lo que se utilizó para la realización de la modelización econométrica.

Posteriormente, mediante el sistema EViews 10 se aplicó las 5 fases de la metodología Box Jenkins, específicamente la metodología ARIMA, se inició con la especificación, en donde se eligió las variables y se estableció la ecuación utilizando el modelo básico  $Y=B_0+B_1x_1+B_2x_2+\dots+B_nx_n+\varepsilon$ , para esta investigación el modelo planteado fue  $FBKF=B_0+B_1IED+\varepsilon$ ; la identificación, en donde se realizó la comprobación de estacionariedad de los datos mediante el test Dicke Fuller lo que es una condición necesaria para aplicar la metodología ARIMA, la estimación en la que se realizó una regresión por mínimos cuadrados ordinarios; la comprobación, donde se realizó diferentes pruebas de hipótesis para verificar así si el modelo se encuentra ajustado a lo especificado previamente y finalmente, la explotación, donde se interpretó y utilizó el modelo.

## RESULTADOS

A continuación, se presenta la data de la FBKF y la IED con la que se realizó el modelo econométrico ARIMA:

**Tabla 1**

*Flujos de la Inversión Extranjera Directa (IED) y la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) de los años 2000-2020 en miles de dólares*

Date	IED	FBKF
2000	\$ -23.439,37	\$ 3.483.242,00
2001	\$ 538.568,58	\$ 4.661.579,00
2002	\$ 783.261,01	\$ 5.906.605,00
2003	\$ 871.513,41	\$ 6.240.683,00
2004	\$ 836.939,59	\$ 7.209.125,00
2005	\$ 493.413,84	\$ 8.476.753,00
2006	\$ 271.428,85	\$ 9.759.712,00
2007	\$ 194.158,53	\$ 10.593.947,00
2008	\$ 1.057.368,02	\$ 13.818.514,00
2009	\$ 308.610,89	\$ 14.257.689,00
2010	\$ 165.866,32	\$ 17.127.889,00
2011	\$ 646.077,36	\$ 20.470.786,00
2012	\$ 567.410,30	\$ 23.707.838,00
2013	\$ 727.064,21	\$ 26.211.660,00
2014	\$ 776.547,95	\$ 27.684.231,00
2015	\$ 1.331.206,34	\$ 26.390.456,00
2016	\$ 755.954,87	\$ 25.080.788,00
2017	\$ 624.469,41	\$ 26.496.256,00
2018	\$ 1.388.175,76	\$ 27.517.684,00
2019	\$ 961.518,50	\$ 26.908.008,00
2020	\$ 1.016.949,29	\$ 25.620.931,76

*Nota:* la tabla representa a la IED y la FBKF de los años 2010 al 2020.

Fuente: Datos tomados del Banco Central del Ecuador (2020)

A continuación, se procede a mostrar la aplicación del modelo Box Jenkins ARIMA:

### 1. Especificación del modelo

El modelo básico que se derivó es:

$$Y = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_n x_n + \varepsilon$$

$$FBKF = B_0 + B_1 IED + \varepsilon$$

**Donde:**

**FBKF** = Formación Bruta de Capital Fijo

**IED** = Inversión Extranjera Directa

$\varepsilon$  = Épsilon, variable de perturbación o error

Henry Díaz-Toapanta; Alisva Cárdenas-Pérez

$B_0$  = Parámetro de intercepto (Autónomo)

$B_1$  = Parámetro de la IED

## 2. Identificación

Para la identificación de estacionariedad de los datos, se utilizó el test Dicke Fuller aumentado, en el cual se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: No existe Estacionariedad

H1: Existe Estacionariedad

A continuación se presentan los resultados del test corrido en el sistema Eviews 10:

**Tabla 2**

*Test Dicke Fuller Aumentado de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF)*

Null Hypothesis: FBKF has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.380384	0.5696
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

*Nota.* Elaboración propia.

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

Comprobando estacionariedad de los datos mediante el test Dicke Fuller aumentado en la tabla 2 se observa que la FBKF no presenta estacionariedad, es

decir no existe evidencia estadística para rechazar Ho, ya que tiene una probabilidad de 0,57 que es mayor a 0,05 o a su vez que la prueba de los valores críticos al 5% en valores absolutos /-3.03/ sea menor al test de Dickey-Fuller /-1.38/ que en este caso no cumple con la condición. Para corregir la no estacionariedad de los datos de la FBKF, se aplicó las primeras diferencias al Test Dicke Fuller aumentado, el resultado se muestra en la Figura 2.

**Tabla 3.**

*Test Dicke Fuller Aumentado de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) con primeras diferencias.*

Null Hypothesis: DFBKF has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.144056	0.2311
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

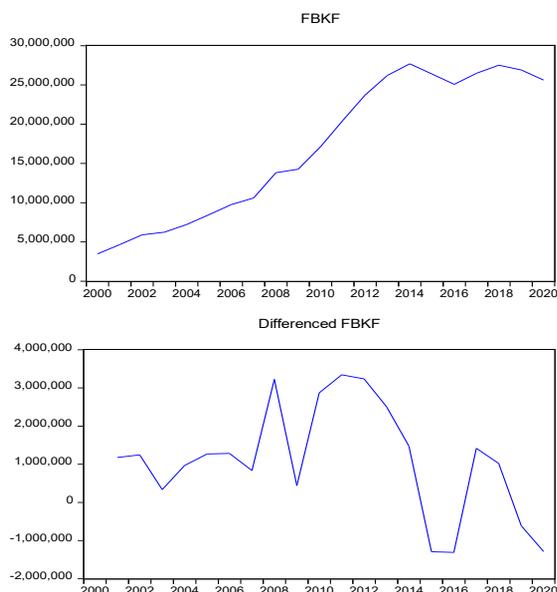
*Nota.* Elaboración propia.

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

La tabla 3 muestra que aplicando el Test Dicke Fuller aumentado con segundas diferencias se nota que persiste la no estacionariedad ya que presenta una probabilidad de 0,23 que es menor a 0,05; por tanto se pasó a la comprobación gráfica en donde a través de la figura 1 se encontró que la serie de primera diferencias frente a la serie normal presentó una mejor estacionariedad, los datos no se ajustan

exactamente como era lo esperado, sin embargo pueden ser utilizadas para el procedimiento Box Jenkins con los cuidados respectivos al momento de realizar las predicciones.

**Figura 1.** *Test de Dicke Fuller Aumentado de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) 2000-2020, en miles de dólares*



Nota El gráfico representan el Test Dicke Fuller en serie normal vs el aumentado en primeras diferencias de la FBKF.

Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

#### Tabla 4

##### *Test Dicke Fuller Aumentado de la Inversión Extranjera Directa (IED) – Series Normales*

Null Hypothesis: IED has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-3.606823</b>	<b>0.0153</b>
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

Nota. Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

Por tanto queda demostrado gráficamente que a pesar de haber realizado primeras diferencias el supuesto no se cumple, la FBKF muestra desfases en los años 2008, 2012, 2015 y en lo que va del 2018 en adelante se presenta un nuevo desfase de tendencia negativa, es preciso como investigadores ser francos y considerar que el modelo podría no ajustarse a los datos debido a la complejidad de las variables dadas por las externalidades que a nivel mundial se han presentado, especialmente en lo que va del 2019 al 2020 la pandemia por COVID-19.

La misma comprobación se realizó para la Inversión Extranjera Directa, en este caso la serie inicial presentó estacionariedad como lo demuestra la tabla 4, en donde la probabilidad es de  $0.0153 < 0.05$  como lo muestra a continuación:

Sin embargo, al aplicarse primeras diferencias se mejoró el ajuste de los datos, la siguiente tabla muestra el Test Dicke Fuller aumentado a primeras diferencias en donde la serie de datos presentó una mejor estacionariedad ya que cumplió con las dos condiciones, tiene una probabilidad de

0,0004 que es menor al 0,05 y la prueba de los valores críticos al 5% en valores absolutos  $-3,04/$  es menor al Test de Dickey-Fuller  $-5,49/$ , por tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa; la serie IED es estacionaria.

**Tabla 5.**

*Test Dicke Fuller Aumentado de la Inversión Extranjera Directa (IED)*

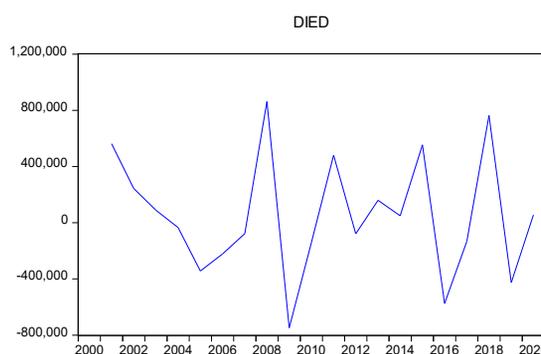
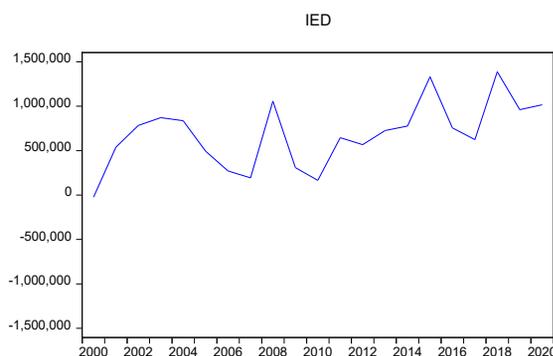
Null Hypothesis: DIED has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.491738	0.0004
Test critical values:		
1% level	-3.857386	
5% level	-3.040391	
10% level	-2.660551	

*Nota.* Elaboración propia. Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

En la figura 2, la comprobación gráfica demuestra que la IED en primeras diferencias mejora la estacionariedad.

**Figura 2.** *Test de Dicke Fuller Aumentado de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) 2000-2020, en miles de dólares*



*Nota.* El gráfico representan el Test Dicke Fuller en serie normal vs el aumentado en primeras diferencias de la IED.

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

**3. Estimación**

Para la estimación del presente modelo se realizó una regresión por

mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es preciso considerar que los resultados de la estimación de las betas están dados en miles de dólares, la tabla 6 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 6.**

*Estimación de las betas en miles de dólares*

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1051992.	322602.9	3.260950	0.0043
DIED	1.055233	0.763245	1.382562	0.1837
R-squared	0.095999	Mean dependent var		1106884.
Adjusted R-squared	0.045777	S.D. dependent var		1465696.
S.E. of regression	1431756.	Akaike info criterion		31.28134
Sum squared resid	3.69E+13	Schwarz criterion		31.38091
Log likelihood	-310.8134	Hannan-Quinn criter.		31.30078
F-statistic	1.911478	Durbin-Watson stat		0.845139
Prob(F-statistic)	0.183714			

*Nota.* Elaboración propia. Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

$$FBKF = B_0 + B_1 IED + \epsilon.$$

$$FBKF = \$1.051.992.000,00 + (1.055,23)IED + \epsilon$$

#### 4. Comprobación del modelo

En el proceso de validez (comprobación) del modelo se realizó diferentes pruebas de existencia lineal tanto individual como global, así mismo los diferentes supuestos de la metodología mínimos cuadrados ordinarios MCO como son: Heterocedasticidad, Autocorrelación, Normalidad y Multilinealidad.

Para la prueba de significancia estadística se aplicó la prueba “t” y “F” para determinar significancia individual y global respectivamente mediante el “p-valor”.

#### • Prueba de significancia individual

Mediante la probabilidad o P- Valor se planteó la siguiente prueba de hipótesis: Si el P-valor es menor al rango determinado se rechaza Ho (0,05). La tabla 7 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 7.**

*Prueba de significancia individual de la variable dependiente (FBKF) y la variable independiente (IED)*

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1051992.	322602.9	3.260950	0.0043
DIED	1.055233	0.763245	1.382562	0.1837
R-squared	0.095999	Mean dependent var		1106884.
Adjusted R-squared	0.045777	S.D. dependent var		1465696.
S.E. of regression	1431756.	Akaike info criterion		31.28134
Sum squared resid	3.69E+13	Schwarz criterion		31.38091
Log likelihood	-310.8134	Hannan-Quinn criter.		31.30078
F-statistic	1.911478	Durbin-Watson stat		0.845139
Prob(F-statistic)	0.183714			

*Nota.* Elaboración propia. Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

$H_0: \beta = 0$  No existe relación lineal individual entre las variables (x) y (y)

$H_1: \beta \neq 0$  Existe relación lineal entre las variables (x) y (y)

El coeficiente de  $\beta_0$  es 0,0043 < 0,05 por lo tanto se rechaza  $H_0$ ; existe relación lineal entre las variables (x) y (y).

El coeficiente de  $\beta_1$  es 0,18 > 0,05 por lo tanto no se rechaza  $H_1$ ; no existe relación lineal entre las variables (x) y (y).

- **Prueba de significancia global**

Para determinar la significancia global se aplica la prueba “F”, así tenemos el planteamiento de las hipótesis de la siguiente manera:

$H_0: B_1=B_2=B_3=0$  No existe relación lineal conjunta entre las variables (x) y (y)

$H_1: B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq 0$  Existe relación lineal conjunta entre las variables (x) y (y)

El p-valor de “F” es 0.18 > 0,05 por lo que no se rechaza  $H_0$ . No existe relación

lineal conjunta en el modelo.

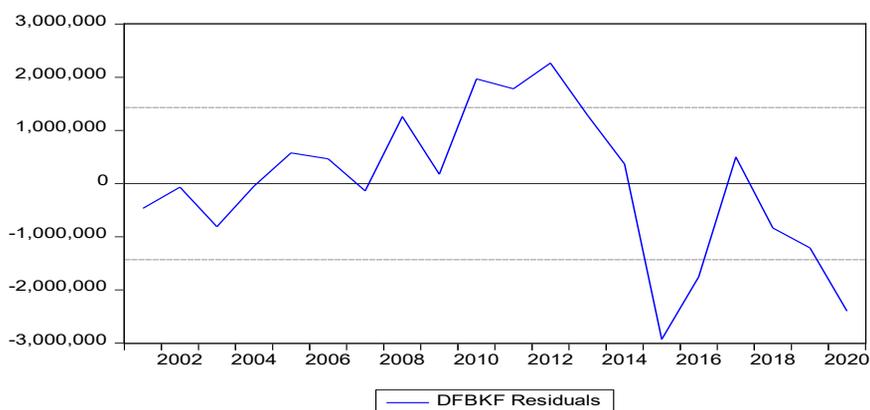
### Supuestos de modelo MCO

- **Supuesto de homocedasticidad**  
(prueba White y método gráfico)

Una prueba informal para determinar si el modelo presenta problemas de heterocedasticidad es el método gráfico de los residuales. Como se puede apreciar en la figura 3 no existen cambios significativos (que salgan de las líneas entrecortadas), por lo que a primera vista se puede deducir que no existe heterocedasticidad, sin embargo se necesita una prueba formal para comprobar el supuesto de homocedasticidad planteando las siguientes hipótesis:

- $H_0$ : Existe homocedasticidad
- $H_1$ : Existe heterocedasticidad

**Figura 3.** Supuesto de homocedasticidad a través del método gráfico



*Nota.* El gráfico representa la distribución de las variables alrededor de la media. **Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews.

ARTÍCULO CIENTÍFICO: Modelización econométrica arima de la inversión extranjera directa y la formación bruta de capital fijo en la economía ecuatoriana durante el periodo 2019-2020  
Recibido: 20 de mayo de 2021, Revisión aceptada: 15 de julio de 2021

Para la prueba formal se aplicó el test de White en el modelo original en donde se planteó la siguiente hipótesis: La tabla 8 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 8.**

*Prueba formal de White*

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.318186	Prob. F(2,17)	0.7317
Obs*R-squared	0.721658	Prob. Chi-Square(2)	0.6971
Scaled explained SS	0.465771	Prob. Chi-Square(2)	0.7922

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2  
Method: Least Squares  
Date: 06/18/21 Time: 15:27  
Sample: 2001 2020  
Included observations: 20

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.92E+12	7.18E+11	2.673979	0.0160
DIED^2	-0.743865	2.661868	-0.279452	0.7833
DIED	1122302.	1406927.	0.797697	0.4360

R-squared	0.036083	Mean dependent var	1.84E+12
Adjusted R-squared	-0.077319	S.D. dependent var	2.39E+12
S.E. of regression	2.48E+12	Akaike info criterion	60.05407
Sum squared resid	1.05E+26	Schwarz criterion	60.20343
Log likelihood	-597.5407	Hannan-Quinn criter.	60.08322
F-statistic	0.318186	Durbin-Watson stat	1.402080
Prob(F-statistic)	0.731707		

*Nota.* Elaboración propia.

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

*Obs\*R-squared: 0,7 < F-Statistic 0,73; no rechazamos  $H_1$*

Mediante estas pruebas se pudo observar que existe homocedasticidad.

- **Supuesto de autocorrelación**

La prueba formal que se utilizó en este modelo para determinar que los residuos no están auto correlacionados es el

estadístico “LM”. Las hipótesis plateadas fueron:

$H_0$ : No existe Autocorrelación

$H_1$ : Existe Autocorrelación

**Tabla 9.**

*Prueba estadística LM de correlación serial de Breusch-Godfrey:*

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	7.779842	Prob. F(1,17)	0.0126
Obs*R-squared	6.279170	Prob. Chi-Square(1)	0.0122

Test Equation:

Dependent Variable: RESID  
Method: Least Squares  
Date: 06/18/21 Time: 15:33  
Sample: 2001 2020  
Included observations: 20  
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-51745.40	275576.1	-0.187772	0.8533
DIED	-0.462242	0.671283	-0.688595	0.5004
RESID(-1)	0.632234	0.226669	2.789237	0.0126

R-squared	0.313959	Mean dependent var	9.31E-11
Adjusted R-squared	0.233248	S.D. dependent var	1393569.
S.E. of regression	1220270.	Akaike info criterion	31.00452
Sum squared resid	2.53E+13	Schwarz criterion	31.15388
Log likelihood	-307.0452	Hannan-Quinn criter.	31.03368
F-statistic	3.889921	Durbin-Watson stat	1.916795
Prob(F-statistic)	0.040642		

*Nota.* Elaboración propia.

**Fuente:** Bases de datos y sistema Eviews

La probabilidad es de  $0,0126 < 0,05$ , sin embargo el Durbin-Watson es cercano a 2, por lo que se puede aceptar  $H_0$ .

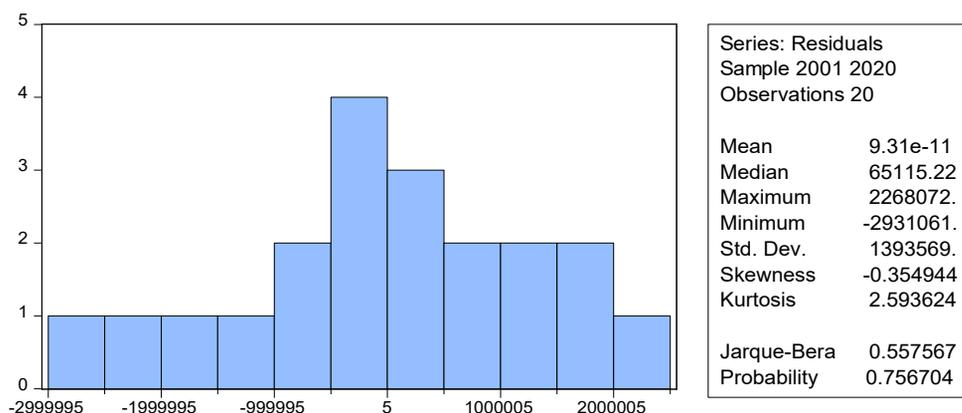
- **Supuesto de normalidad**

Para determinar la normalidad de los residuales se aplicó el test de Jarque Bera, el planteamiento de hipótesis fue dado de la siguiente manera:

$H_0$ : La  $\mu$  sigue una distribución normal

$H_1$ : La  $\mu$  NO sigue una distribución normal

**Figura 4. Test de Jarque Bera**



Nota. Elaboración propia.

Fuente: Bases de datos y sistema Eviews 10

La probabilidad es de  $0,76 > 0,05$  por lo que se aceptó la hipótesis nula, es decir que la  $\mu$  sigue una distribución normal.

- **Supuesto de multicolinealidad (Matriz de correlaciones)**

Utilizando la matriz de correlaciones no se detectaron problemas de multicolinealidad, el nivel establecido fue  $\Rightarrow 90\%$ , es decir que si hubiese existido una correlación  $\geq 90\%$  se hubiera presentado multicolinealidad entre las variables.

**Tabla 10.**

*Matriz de correlaciones de la FBFK y la IED*

	DFBFK	DIED
DFBFK	1.000000	0.309837
DIED	0.309837	1.000000

Nota. Elaboración propia.

Fuente: Bases de datos y sistema Eviews

El modelo no presentó problemas de multicolinealidad ya que no existen valores mayores o iguales al  $90\%$ .

## 5. Explotación

Una vez se ha realizado todas las pruebas necesarias se realizó la simulación de datos a partir de la tabla 1, de la cual se obtiene una variable sintética para 40 años. En la tabla 2 se resumen los parámetros considerados para la simulación. Para el cálculo de epsilon o ruido blanco se consideró el inverso de la distribución

normal estándar acumulada, la cual tiene una media de cero y una desviación estándar de uno (aplicación realizada en Excel para términos prácticos) en la que se utilizó la probabilidad de 0,756 calculada en el Test de Jarque Bera en donde se mostró que la  $\mu$  sigue una distribución normal por lo que fue necesario considerar este parámetro. Por último la FBKF' muestra el cálculo de la serie simulada mediante la ecuación

**Tabla 11.**

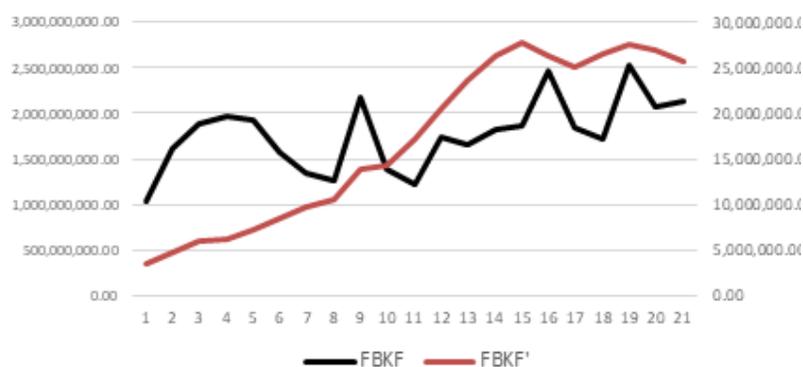
*Parámetros de simulación*

Date	IED	FBKF	Distr. normal inv.	Ruido blanco ()	FBKF'
2000	-23.439,37	3.483.242,00	0	0,00	1027'258.073,59
2001	538.568,58	4.661.579,00	1	0,75	1620'305.723,42
2002	783.261,01	5.906.605,00	2	1,50	1878'512.517,08
2003	871.513,41	6.240.683,00	3	2,25	1971'639.097,88
2004	836.939,59	7.209.125,00	4	3,00	1935'155.766,56
2005	493.413,84	8.476.753,00	5	3,75	1572'657.090,13
2006	271.428,85	9.759.712,00	6	4,50	1338'411.869,89
...	...	...	...	...	...

**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 5 muestra la simulación de la serie real en comparación con la simulada, de esta se puede decir que no hay un ajuste preciso, lo que puede proponer que la distribución no es normal en todos sus errores estándar por la presentación de externalidades en las variables analizadas como fenómenos naturales, caída de precio de petróleo a nivel mundial, pandemia por COVID-19, entre otros.

**Figura 5.** Comparación de serie real vs serie simulada



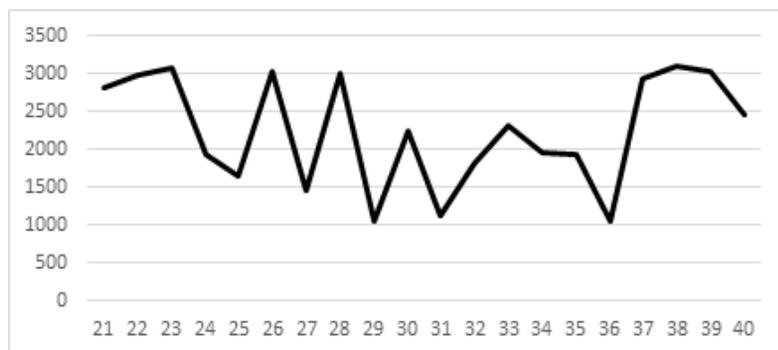
*Nota.* Elaboración propia. A la izquierda se reflejan los valores en miles de millones para la FBKF

proyectada, a la derecha los valores de la FBKF real.

La figura 6 muestra la simulación de la serie en un rango más amplio (40 datos) pronosticando un valor promedio de la IED entre mil a dos millones de dólares en ese recorrido de tiempo mediante datos aleatorios generados en Excel que permitieron la generación de la serie sintética para 40 años. Esto permite tomar planes de acción a futuro para favorecer a la economía nacional en la elaboración de estrategias que atraigan capitales extranjeros al país en el afán de mejorar la FBKF, en base al modelo establecido se puede decir que los estimadores son sesgados por los problemas presentados lo que hace que la IED no resulte significativa dentro del proceso de FBKF. Sin embargo, cabe destacar que este modelo va ligado a los registros de los volúmenes de IED que el BCE debe en sus boletines trimestrales

y anuales, esto podría cambiar con nuevas políticas económicas que aperturen el mercado para la entrada de capitales, por tanto se debe actualizar el modelo año a año para obtener una aproximación más exacta.

**Figura 6.** Serie simulada de FBKF'a 40 años



*Nota.* Elaboración propia. Los datos están en miles de millones de dólares.

Con las consideraciones del caso, la figura 6 pronostica gráficamente que el monto mínimo se ubica en el año 2036 con 1000 millones de dólares, por su lado, lo máximo que puede llegar la FBKF se pronostica para el año 2038 con un monto aproximado a los 3000 millones de dólares, con una tendencia a decrecer a 2500 millones en 40 años.

## Discusión

En esta investigación para responder a la pregunta ¿El modelo econométrico ARIMA ayuda a la determinación de la incidencia de la IED en la FBKF del Ecuador durante el periodo 2019–2020? se comienza por la indagación y determinación de las variables cuantitativas por industria, las que a través de la modelización econométrica ARIMA se esperaba que cumplan con las diferentes hipótesis dependiendo del P-Valor en cada una de sus fases.

Con esta investigación se pretende estudiar si la IED incide en la FBKF, lo que a su vez promovería la generación de activos fijos no financieros en la economía nacional para mejorar otros indicadores como la oferta de empleo, especialmente en los sectores de la construcción o minería, aumento de la balanza comercial, aumento del consumo, entre otras; en este sentido, es preciso indicar que el modelo ARIMA no presentó problemas de distribución normal comprobado por el test de Jarque Bera, más el valor no es tan alto como se quisiera, lo que presenta una limitación para los investigadores puesto que, teóricamente, la metodología Box Jenkins establece que la distribución de las series de tiempo debe ser normal.

La falta de normalidad en los errores estándar se podría explicar por la complejidad de las variables analizadas en donde, a priori, se esperaba encontrar una

cierta tendencia en su comportamiento más el comportamiento real de una economía emergente como la ecuatoriana, evidencia que el carácter policíclico al que se enfrentan los capitales mundiales promueve la incertidumbre e incremento del riesgo país, siendo este caso de aplicación de modelo ARIMA similar al estudiado por Amaris et al. (2017) quien al utilizar esta misma metodología para el estudio de volúmenes anuales en el Río Magdalena de Colombia encontró que dicha metodología no permitió encontrar un ajuste preciso pero sí un ajuste adecuado de los valores *mínimos* y *máximos*, es decir, aunque estos modelos no simulen el comportamiento exacto en el tiempo, se pueden usar como una buena herramienta para aproximar eventos.

En este sentido, a pesar de los problemas de normalidad presentados en este estudio, en donde la hipótesis no cumple las especificaciones, es necesario considerar que las demás fases del modelo sí cumplen con los diferentes supuestos. Las variables en su conjunto no presentan relación lineal y aunque el  $b_0$  sí presenta relación lineal entre las variables (x) y (y) se debe analizar que al presentar problemas de relación lineal no implica tener problemas de causalidad ya que la misma requiere de un juicio de valor que requiere mayor análisis de variables (González, 2009).

Es importante reflexionar que la

metodología ARIMA, que son procesos autorregresivos integrados de media móvil, no son sencillos de aplicar (Amaris et al., 2017), ya que de un determinado número de variables no todas pueden explicar el modelo o demostrar robustez del mismo, es así que resulta indispensable realizar la comprobación de las hipótesis para agregar, quitar o modificar ciertas variables que no cumplen con las especificaciones del modelo econométrico, por tanto, si se desea explicar de mejor forma la FBKF es preciso analizar otras variables diferentes a la IED, dejando esta investigación abierta para aplicar nuevas variables que al correr el modelo econométrico ARIMA permitan encontrar un mejor ajuste.

Por consiguiente, los resultados obtenidos en esta investigación son diferentes a los esperados teóricamente, lo que se establece desde las teorías del comercio internacional, localización marshalliana y localización japonesa propuestas en el marco teórico no se cumplen en el caso de la economía ecuatoriana, esto podría atribuirse al alto nivel de riesgo país, asimetría de información, externalidades como catástrofes naturales, pandemia por COVID-19, entre otros factores que, si bien en economías fuertes podrían ser manejadas de una forma rápida y efectiva por las autoridades, en el caso de Ecuador no se aplica. En este sentido, sigue latente

una nueva pregunta de investigación ¿Qué variables son la base actual para la formación bruta de capital fijo en la economía ecuatoriana?

## CONCLUSIONES

El comportamiento de la IED durante el periodo 2019 al 2020 no tuvo cambios significativos, por lo que es preciso que se realicen más investigaciones que ayuden a identificar variables que afectan en mayor grado el porvenir económico y financiero del Ecuador. En este estudio, el test de Jaques Bera evidencia que los datos siguen una distribución normal por lo que se concluye que la IED es significativa en la explicación de la Formación Bruta de Capital Fijo aunque el modelo no tiene un ajuste exacto, no se puede rechazar la hipótesis nula de investigación, sin embargo, este modelo podría ser usado para predicción siempre que se realicen las actualizaciones de la información de la IED al menos de forma anual.

Finalmente, la investigación queda abierta para la modelización econométrica de las cuentas nacionales, especialmente en momentos de crisis económica mundial en donde la recesión económica provoca cambios trascendentales para todas las economías emergentes, lo que puede ocasionar que las especificaciones econométricas que comúnmente se conocen y se dan por establecidas puedan ser sujetas a

modificación presentando nuevos hallazgos para el área de la simulación financiera y económica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaris, G.; Ávila, H.; Guerrero, T. (2017). *Aplicación de modelo ARIMA para el análisis de series de volúmenes anuales en el río Magdalena*. Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento, 21(52), 88-101.
- Banco Central del Ecuador. (2020). *Inversión Extranjera Directa*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/298-inversi%C3%B3n-extranjera-directa>.
- Banco Central del Ecuador. (2020). *La inversión total de la economía fue de USD 26.908 millones en 2019*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1413-la-inversion-total-de-la-economia-fue-de-usd-26-908-millones-en-2019>
- Banco Central del Ecuador. (2020). *La economía ecuatoriana decreció 12,4% en el segundo trimestre de 2020*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1383-la-economia-ecuatoriana-decrecio-12-4-en-el-segundo-trimestre-de-2020>
- Bolaños, J. (2019). *Formación bruta de capital fijo e inversión extranjera directa: Revaluar las relaciones entre variables explicativas*. IISEC Bolivia. <http://www.iisec.ucb.edu.bo/publicacion/>

formacion-bruta-de-capital-fijo-e-inversion-extranjera-directa-revaluar-las-relaciones-entre-variables-explicativas

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (2020). *La inversión extranjera directa mundial prevista a caer 40% en 2020, según un informe de las Naciones Unidas* | UNCTAD. <https://unctad.org/es/press-material/la-inversion-extranjera-directa-mundial-prevista-caer-40-en-2020-segun-un-informe-de>

Chávez, Nicolás. (1997). *Modelos ARIMA*. Revista Ciencia y Cultura, (1), 23-30. Recuperado en 17 de julio de 2021, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlnlg=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlnlg=es).

Flores, E. (1957). *La Economía del Espacio o la Teoría de la Localización de la Actividad Económica*. Investigación Económica, 17(67), 331-371. Retrieved July 17, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/42777797>

Garay, A. (2014). *Inversión Extranjera Directa*. Observatorio de Multinacionales Españolas en América Latina. <https://omal.info/spip.php?article4822>

González, M. P. (2009). Análisis de series temporales. Modelos ARIMA. Universidad del País Vasco: País Vasco. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12492/04-09gon.pdf>

Kojima, K. (1976). *Direct Foreign Investment: A Japanese Model of Multinational Business Operations*. London: Crom Helm

Marshall, A. (1936). *Principles of Economics*, Libro V, Capítulo XV. Sec. 1. Octava edición: Londres.