

APLICACIÓN DEL MODELO ARIMA DE BOX-JENKINS PARA EL ANÁLISIS Y PRONÓSTICO DE ROBOS EN ECUADOR

APPLICATION OF THE ARIMA MODEL OF BOX-JENKINS FOR THE ANALYSIS AND FORECASTING OF ROBBERIES IN ECUADOR

 **Pablo Alexander Molina Panchi, Mgtr.**

Investigador Independiente
paalmopa92@hotmail.com
Latacunga, Ecuador

 **Diego Fabian Molina Panchi, Mgtr.**

Investigador Independiente
diegofabian1@hotmail.es
Latacunga, Ecuador

 **Digna Yolanda Tobar Rubio, Mgtr.**

Investigadora Independiente
yolanda.tobarrubio@gmail.com
Latacunga, Ecuador

 **Stalin Josué Gavilánez Torres, Mgtr.**

Banco de Desarrollo de Ecuador
sgt_1897@hotmail.com
Quito, Ecuador

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 12/08/2024
Aceptado: 15/06/2025
Publicado: 30/06/2025

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es aplicar el modelo ARIMA para analizar y pronosticar robos en Ecuador, basándose en los datos de la Fiscalía General del Estado. La metodología empleada se basa en un enfoque cuantitativo que incluye técnicas estadísticas de series de tiempo ARIMA siguiendo el enfoque de Box-Jenkins, a través de las pruebas de bondades de ajuste de raíz unitaria de Dickey-Fuller aumentada para identificar tendencia y Jarque Bera para la normalidad. En este contexto, la investigación tiene un alcance explicativo, debido a que tiene como propósito predecir y revelar las causas subyacentes que están dando forma al comportamiento de este delito. Los datos históricos utilizados abarcan desde el año 2010 hasta el 2023, y se ha empleado el software EViews para su análisis. Los principales resultados de la investigación son: Existen fluctuaciones complejas en los números de robo, con un aumento entre 2010 y 2015 seguido de variaciones significativas; Concurren disparidades geográficas, con una alta concentración de robos en provincias como Guayas y Pichincha; y, Se selecciona el modelo ARIMA (2,1) (2,2) para capturar estos patrones. En cuanto a las conclusiones: Se enfatiza la necesidad de un enfoque integral que considere factores socioeconómicos y políticos en la prevención del delito;

y, los pronósticos para 2025-2029 sugieren fluctuaciones continuas sin una tendencia clara. El estudio no solo busca identificar tendencias históricas y futuras, sino también proporcionar una base sólida para el diseño de políticas de seguridad más efectivas, contribuyendo a la lucha contra este problema social.

Palabras Clave: tendencia, robos, seguridad, delito, políticas

ABSTRACT

The objective of this research is to apply the ARIMA model for the analysis and forecasting of robberies in Ecuador, based on data from the General Prosecutor's Office. The methodology employed is based on a quantitative approach that includes statistical time series techniques following the Box-Jenkins methodology, using the augmented Dickey-Fuller unit root test to identify trends and the Jarque-Bera test for normality. In this context, the research has an explanatory scope, as its purpose is to predict and reveal the underlying causes shaping the behavior of this crime. The historical data used spans from 2010 to 2023, and EViews software has been employed for the analysis. The main results of the research are as follows: There are complex fluctuations in robbery numbers, with an increase between 2010 and 2015 followed by significant variations; there are geographical disparities, with a high concentration of robberies in provinces such as Guayas and Pichincha; and the ARIMA (2,1) (2,2) model is selected to capture these patterns. As for the conclusions, there is an emphasis on the need for an integrated approach that considers socioeconomic and political factors in crime prevention; and the forecasts for 2025-2029 suggest continuous fluctuations without a clear trend. The study not only seeks to identify historical and future trends but also aims to provide a solid foundation for the design of more effective security policies, contributing to the fight against this social problem.

Keywords: trend, theft, security, crime, policies

INTRODUCCIÓN

El robo constituye uno de los delitos más frecuentes y visibles en Ecuador, impactando significativamente la percepción de seguridad ciudadana y el desarrollo socioeconómico del país (Chango et al., 2022). En este contexto, la aplicación de modelos estadísticos avanzados como el ARIMA de Box-Jenkins ofrece una oportunidad valiosa para comprender los patrones y tendencias de este fenómeno delictivo (Batallas & Caveda, 2022).

La relevancia de esta investigación radica en su capacidad para mejorar la comprensión de la dinámica delictiva del robo en el país. Al facilitar la toma de decisiones basada en evidencia para

la prevención del delito y la asignación de recursos, el análisis también busca incorporar los factores contextuales que influyen en su incidencia, promoviendo un enfoque más integral y adaptativo frente a este persistente problema social (Calvillo, 2014).

En Ecuador, como en muchos países de América Latina y el Caribe, los delitos contra la propiedad, especialmente los robos, constituyen una de las principales preocupaciones tanto para los ciudadanos como para el Gobierno Central (Infante & Villarruel, 2022). Comprender y predecir con precisión estos delitos resulta esencial para el diseño de políticas públicas eficaces y una adecuada distribución de recursos en seguridad ciudadana (Villalobos, 2020).

Históricamente, el robo ha sido uno de los delitos más antiguos y persistentes en la humanidad, reflejando su impacto social y la necesidad constante de regulación y sanción (Salgado, 2024). Desde la perspectiva legal actual, el Código Orgánico Integral Penal (COIP) de Ecuador, vigente desde 2014, tipifica este delito en su artículo 189 como: “La persona que mediante amenazas o violencias sustraiga o se apodere de cosa mueble ajena, sea que la violencia tenga lugar antes del acto para facilitararlo, en el momento de cometerlo o después de cometido para procurar impunidad, será sancionada con pena privativa de libertad de cinco a siete años. Cuando el robo se produce únicamente con fuerza en las cosas, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años” (p.74).

En este sentido, el robo implica la apropiación ilícita de bienes ajenos mediante el uso de fuerza o violencia (Iglesias et al., 2023). Por lo que, a lo largo de la historia, esta conducta delictiva ha representado una preocupación persistente para todas las personas (Molina y Molina, 2025). Al respecto, este delito abarca desde pequeños robos hasta atracos violentos, afectando tanto la propiedad como la seguridad de las personas y de nuestra sociedad (Romero, Muñoz, & Dávila, 2023).

La incidencia del robo en una sociedad también constituye un indicador del bienestar socioeconómico del país. Altas tasas de robos no solo evidencian problemas de seguridad, sino que también reflejan desigualdades sociales, desempleo y deficiencias educativas. Por lo tanto, se requiere una estrategia integral que supere la mera aplicación de medidas punitivas (Chango et al., 2022).

Este fenómeno delictivo no solo incide en la percepción de seguridad, sino que también repercute negativamente en el desarrollo económico y social. Por consiguiente, la inseguridad en Ecuador ha impactado negativamente la inversión extranjera directa y el turismo local, ambos sectores clave para la economía nacional. Asimismo, el miedo al delito puede restringir la

movilidad ciudadana y la participación comunitaria, debilitando el tejido social y deteriorando la calidad de vida de las personas, particularmente en zonas urbana (Cuenca et al., 2019).

Las consecuencias del robo son diversas y profundas. A nivel personal, las víctimas no solo enfrentan pérdidas materiales, sino también traumas psicológicos duraderos, sobre todo en casos de robos violentos (Gonzales & Hipólito, 2021). Es por ello, que comunitariamente, una alta tasa de robos puede crear un ambiente de temor e inseguridad que disminuye la calidad de vida, inhibe la actividad económica y socava la confianza en las instituciones públicas y por ende en el Estado (Carrera et al., 2019).

A lo largo del tiempo, las estrategias para combatir el robo han evolucionado desde enfoques punitivos hasta modelos más preventivos y rehabilitadores. Mientras que, anteriormente se enfocaban principalmente en medidas punitivas y en el aumento de la presencia policial y militar, los enfoques actuales valoran también la prevención y la rehabilitación social de las personas privadas de libertad y los adolescentes infractores (Leiva & Ramírez, 2021). Un ejemplo destacado es el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911, que coordina acciones interinstitucionales para reducir la delincuencia y sus oportunidades (Arbeláez et al., 2021).

En este estudio, se propone aplicar el modelo ARIMA para analizar y pronosticar los casos de robo en Ecuador entre 2010 y 2023, utilizando datos oficiales de la Fiscalía General del Estado (Sánchez & Fuentes, 2016). En donde, este enfoque no solo nos permitirá identificar patrones históricos y tendencias futuras, sino que también proporcionará una base empírica sólida para informar el diseño de políticas de seguridad pública más efectivas y adaptadas al contexto ecuatoriano (Pérez et al., 2022).

El uso de modelos estadísticos avanzados en el análisis y pronóstico de series temporales se ha vuelto esencial para la toma de decisiones en seguridad pública y privada (Molina et al., 2023a). Entre ellos, el modelo ARIMA por sus siglas en inglés Autoregressive Integrated Moving Average, desarrollado por George Box y Gwilym Jenkins en los años 70, destaca por su capacidad de analizar series temporales complejas mediante componentes autorregresivos, de promedio móvil o su combinación (Amaris et al., 2017).

En respuesta de ello, este modelo ha demostrado ser especialmente útil para el análisis de series temporales complejas, como las que se encuentran en los registros de delitos (Molina et al., 2023b). Este modelo se enfoca en el análisis estadístico de un conjunto de observaciones que incluyen características como tendencias y variaciones estacionales a largo plazo (Ayala et al., 2023).

Además, el ARIMA elimina estas tendencias de las series temporales para dejar únicamente los términos residuales, que se explican en términos de probabilidad mediante los Modelos Autorregresivos (AR), de Promedio Móvil (MA) o una combinación de ambos (ARMA, ARIMA) (González, 2009). Los modelos ARIMA integrados emplean la Ecuación 1 para el cálculo estocástico estacional ARIMA (p,d,q), donde (p) representa un componente autorregresivo en los modelos AR, (d) indica la diferenciación de orden estacionario, y (q) refleja la predicción de modelos MA con funciones de autocorrelación distintas de cero (Marcos, 2023). La ecuación es la siguiente:

$$W_1 = \mu + \frac{\theta(\beta)\theta(\beta)}{\Phi(\beta)\Phi_s(\beta)}$$

(1)

Aquí, W_1 es un proceso de ruido blanco (con media cero y varianza constante), $W_1 = \nabla^D \nabla^i X_1$ con $\nabla^i X_1 = X_1 - X_{1-D}$ y $\Theta_s(\cdot)$, $\Phi_s(\cdot)$, $\theta(\cdot)$, $\phi(\cdot)$ son polinomios en β , donde esta variable es el operador de retraso unitario. En donde, el subíndice s en los polinomios $\Theta_s(\cdot)$ y $\Phi_s(\cdot)$ indica que estos reflejan el efecto estacional (González, 2009).

Por otra parte, el objetivo de esta investigación es aplicar el modelo ARIMA para el análisis y pronóstico de robos en Ecuador, proporcionando un enfoque científico y sistemático para abordar este problema social crítico. Este método no solo facilita la identificación de patrones y tendencias en los datos históricos de robos, sino que también ofrece una base sólida para generar proyecciones futuras. En efecto, estas proyecciones pueden ser utilizadas para informar la toma de decisiones en prevención del delito, asignación de recursos policiales y desarrollo de políticas de seguridad pública (Troncoso & Gómez, 2022).

Igualmente, el modelo ARIMA puede ayudar a desentrañar estos patrones complejos. En un entorno de recursos limitados, anticipar tendencias futuras en robos es crucial para una planificación sectorial, estratégica y operativa efectiva y una asignación eficiente de recursos. Por eso, al aplicar modelos estadísticos avanzados como ARIMA proporciona una base sólida para formular políticas públicas basadas en datos, mejorando su efectividad. Este estudio busca aplicar el modelo ARIMA al análisis y pronóstico de robos en Ecuador utilizando datos históricos recopilados por las autoridades (Veloz & Cárdenas, 2018).

Es importante destacar que, aunque el modelo ARIMA es una herramienta poderosa para el análisis y pronóstico de series temporales, su aplicación al fenómeno complejo de los robos enfrenta desafíos específicos. Los patrones de delincuencia pueden estar influenciados por

diversos factores sociales, económicos y políticos que no siempre se reflejan en los datos históricos. Indistintamente, los eventos inesperados como cambios legislativos, crisis económicas o pandemias globales pueden alterar significativamente las tendencias establecidas (Chango et al., 2022).

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y emplea el Modelo Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil (ARIMA) para examinar y prever la incidencia de robos en Ecuador. El alcance de este estudio es explicativo-predictivo, buscando identificar patrones y tendencias en los datos históricos de robos y generar pronósticos (Octavio et al., 2007).

El diseño de la investigación será no experimental y longitudinal. Asimismo, se analizarán los datos históricos sobre los robos en Ecuador durante 14 años, desde el 2010 hasta 2023, sin embargo, es necesario precisar que la base corresponde a datos de los robos que las víctimas denuncian en la Fiscalía, por lo que se podría intuir que existen una mayor cantidad de este delito. Además, en este enfoque, no se manipulan variables, sino que se observan y analizan los datos en su contexto natural a lo largo del tiempo (Vizcaíno et al., 2023).

En cuanto a los métodos y técnicas, se llevará a cabo la recolección de datos utilizando información oficial proporcionada por la Fiscalía General del Estado a partir del Sistema Integrado de Actuaciones Fiscales (SIAF). Por otra parte, es importante destacar que se realizó un análisis descriptivo de la serie temporal de robos, la identificación de tendencias, estacionalidad y posibles valores atípicos.

Se aplicarán pruebas estadísticas para evaluar la estacionariedad de la serie temporal mediante la prueba de Dickey-Fuller aumentada. También, se utilizarán las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) para determinar los órdenes apropiados del modelo ARIMA. Posteriormente, se ajustarán varios modelos ARIMA con diferentes órdenes (p, d, q) y se seleccionará el modelo óptimo basado en criterios de información como AIC por sus siglas en inglés Akaike Information Criterion (Romero et al., 2021).

El diagnóstico del modelo incluirá pruebas de normalidad de los residuos con la *prueba de Jarque-Bera* para evaluar la autocorrelación de los residuos. En este sentido, a través del modelo ARIMA seleccionado, se generarán pronósticos de robos para los próximos 5 años.

La validación del modelo se llevará a cabo mediante una validación cruzada temporal, reservando una parte de los datos más recientes para evaluar la precisión de los pronósticos. El análisis de datos y la implementación del modelo ARIMA se realizarán utilizando el software

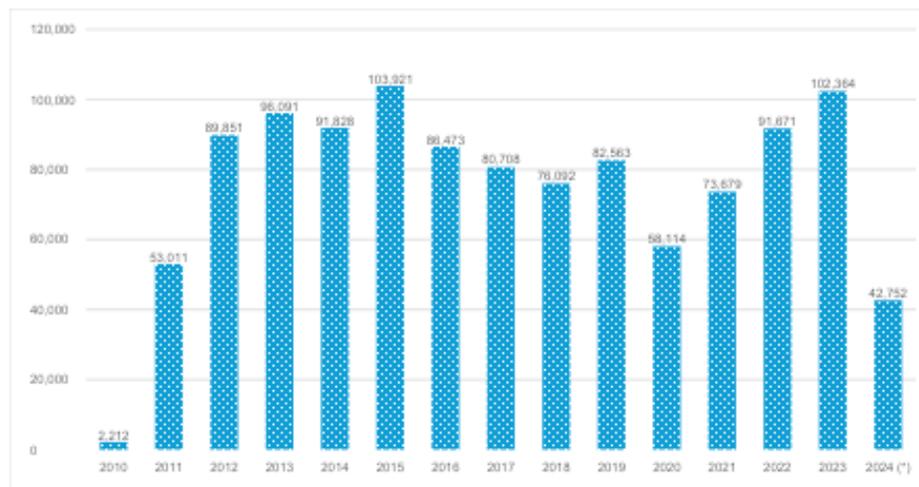
estadístico Eviews 14, aprovechando las bibliotecas especializadas de las series temporales (Rodas & Santillán, 2019).

RESULTADOS

El robo es uno de los delitos más frecuentes y visibles en el país, de acuerdo con los datos, presentados por la Fiscalía General del Estado de Ecuador, se reportó un total de 102.364 casos en el año 2023. En consecuencia, esta alta incidencia sugiere que una gran parte de la población ha sido víctima directa, indirecta o conoce a alguien que lo ha sido, elevando así la percepción de inseguridad del país. A continuación, en la Figura 1 se muestra el histórico de los delitos de robo consumados durante los años 2010-2024.

Figura 1

Delitos de robo consumados durante los años 2010-2024



Nota. Los datos del año 2024 tienen fecha de corte 19 de julio de 2024. Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Integrado de Actuaciones Fiscales de la Fiscalía General del Estado (2024).

En cuanto a las estadísticas descriptivas, se observa un aumento dramático desde 2010 (2,212 casos) hasta 2015 (103,921 casos), seguido de fluctuaciones con una tendencia general al alza. Además, el promedio de delitos consumados durante este período es de 77.084 casos por año. Ligado a ello, la alta desviación estándar (28.444,62) y el amplio rango (101.709) indican una gran variabilidad en los datos. Esto sugiere una situación de seguridad inestable y cambiante.

De igual manera, el año 2015 marca el pico con 103.921 casos, mientras que 2010 registra el mínimo con 2.212 casos. Además, la mediana (84.518) es mayor que la media, lo que indica una ligera asimetría negativa en la distribución de los datos.

El estadístico de Jarque-Bera es de 163,50, con una probabilidad asociada de 0,00. En donde, esta prueba se utiliza para evaluar si una distribución sigue una normalidad, comprobando si la muestra presenta la asimetría y curtosis esperadas en una distribución normal. En este caso, el valor del estadístico es notablemente alto (163,50), lo que sugiere una desviación considerable respecto a la normalidad. Asimismo, la probabilidad asociada es extremadamente baja (0,00), indicando que la posibilidad de obtener este resultado si los datos fueran realmente normales es prácticamente nula. Con base en estos resultados, se rechaza la hipótesis nula de normalidad con un alto grado de certeza, es decir no presentan una distribución normal.

Al mismo tiempo, este hallazgo está en línea con otras estadísticas observadas. La asimetría es de -1,79, lo que revela una distribución con una cola larga hacia la izquierda. Además, la curtosis es de 6,08, superior al valor de 3 que caracteriza a la distribución normal, sugiriendo que la distribución es más puntiaguda que la normal.

Ahora bien, la prueba de Jarque-Bera confirma que, tal como indican las otras estadísticas, la distribución de los datos se desvía significativamente de la normalidad. Este resultado podría tener importantes implicaciones para cualquier análisis estadístico posterior que asuma que los datos siguen una distribución normal.

En este sentido, el análisis de los datos de delitos consumados en Ecuador desde 2010 hasta 2024 revela tendencias alarmantes y fluctuaciones significativas. En efecto, se observa un aumento drástico entre 2010 y 2011, pasando de 2.212 a 53.011 casos, lo que representa un incremento de más del 2300%. En donde, esta tendencia alcista continuó en los años siguientes, llegando a un pico en 2015 con 103,921 casos. Posteriormente, se aprecia una disminución gradual hasta 2018, seguida de un repunte en 2019. Además, el año 2020 muestra una notable caída a 58.114 casos, probablemente debido a las restricciones de movilidad impuestas por la pandemia de COVID-19.

Esta disparidad podría indicar un cambio en la metodología de reporte o un deterioro repentino de la situación de seguridad. Por otro lado, es posible que las personas víctimas de este delito elijan no denunciar los casos. Además, los años posteriores a 2020 muestran un rápido aumento en los delitos consumados, alcanzando 91.671 casos en 2022 y 102.364 en 2023, casi igualando el pico de 2015.

Este repunte podría atribuirse a las dificultades económicas post-pandemia y la relajación de las medidas de confinamiento. Asimismo, es importante notar que los datos de 2024 (42.752 casos) muestran una disminución significativa, debido a que el año está en curso y los datos son incompletos. En general, estos números sugieren una situación de seguridad volátil en Ecuador, con períodos de mejora seguidos por deterioros significativos, lo que plantea desafíos importantes para las autoridades en términos de prevención y control del delito.

Posteriormente, se observan fluctuaciones, con una disminución notable en 2020 a 58.114 casos, probablemente debido a las restricciones de movilidad durante la pandemia de COVID-19. Sin embargo, los números volvieron a aumentar significativamente en los años siguientes: 73.679 en 2021, 91.671 en 2022, y 102.364 en 2023, casi igualando el pico de 2015.

En cuanto a la distribución geográfica, Guayas se destaca consistentemente como la provincia con el mayor número de robos, con 38.674 casos en 2023, seguida por Pichincha con 19.151 casos en el mismo año. Estas dos provincias concentran una proporción significativa de los casos a nivel nacional. Otras provincias con alta incidencia incluyen Manabí (6,515 casos en 2023) y El Oro (5,267 casos en 2023). Por otro lado, provincias como Galápagos (21 casos en 2024), Zamora Chinchipe (60 casos en 2024), Pastaza (171 casos en 2024) y Napo (152 casos en 2024) muestran consistentemente los números más bajos de robos.

Sin embargo, algunas provincias han experimentado cambios significativos en sus cifras de robo. Por ejemplo, Los Ríos pasó de 3,744 casos en 2020 a 7,964 en 2023, y Santo Domingo de los Tsáchilas de 1,863 en 2020 a 6,090 en 2023. En contraste, Azuay muestra una tendencia a la baja desde 2012, pasando de 5,159 casos en 2012 a 2,235 en 2023.

Igualmente, para una comprensión más completa, sería valioso considerar factores adicionales como cambios en la población, condiciones económicas, políticas de seguridad implementadas y recursos asignados a la prevención y control del delito en cada provincia.

Posteriormente, es importante tener en cuenta que estos datos reflejan solo los robos reportados oficialmente. Podría haber una cifra negra de delitos no denunciados que varíe entre provincias y a lo largo del tiempo, lo que afectaría la interpretación de estas tendencias. En donde, se recomienda aplicar un estudio complementario de encuestas de victimización podría ofrecer una imagen más completa de la situación de seguridad en el país. En la Tabla 1, se muestra la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentada (ADF).

Tabla 1

Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentada (ADF)

Null Hypothesis: CASOS has a unit root		
Trend Specification: Intercept only		
Break Specification: Intercept only		
Break Type: Innovational outlier		
Break Date: 2010M12		
Break Selection: Minimize Dickey-Fuller t-statistic		
Lag Length: 0 (Automatic - based on Schwarz information criterion, maxlag=13)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.591456	< 0.01
Test critical values:	1% level	-4.949133
	5% level	-4.443649
	10% level	-4.193627

*Vogelsang (1993) asymptotic one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: CASOS

Method: Least Squares

Date: 07/30/24 Time: 16:08

Sample (adjusted): 2010M02 2024M07

Included observations: 174 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CASOS(-1)	0.842100	0.028240	29.81990	0.0000
C	29.10625	151.3880	0.192263	0.8478
INCPTBREAK	1095.284	245.2812	4.465424	0.0000
BREAKDUM	-1095.284	515.9302	-2.122932	0.0352
R-squared	0.945265	Mean dependent var		6500.837
Adjusted R-squared	0.944299	S.D. dependent var		2027.225
S.E. of regression	478.4478	Akaike info criterion		15.20169
Sum squared resid	38915096	Schwarz criterion		15.27431
Log likelihood	-1318.547	Hannan-Quinn criter.		15.23115
F-statistic	978.6177	Durbin-Watson stat		1.825442
Prob(F-statistic)	0.000000			

Nota. Los datos muestran la *prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF)*. Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Integrado de Actuaciones Fiscales de la Fiscalía General del Estado (2024).

La mencionada tabla muestra los resultados de una prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) con ruptura estructural para la variable casos (robos). La hipótesis nula establece que los casos presentan una raíz unitaria. En donde, la especificación de la tendencia solo incluye el intercepto, y la especificación de la ruptura también considera únicamente el intercepto. Asimismo, el tipo de ruptura es un outlier innovacional, y la fecha de ruptura identificada es diciembre de 2010. La selección de esta ruptura se llevó a cabo minimizando el estadístico t de Dickey-Fuller, y se estableció un rezago de 0 basado en el criterio de información de Schwarz.

El estadístico t obtenido en la prueba ADF es -5,59, que es más negativo que los valores críticos en todos los niveles de significancia (1%, 5% y 10%). Además, el valor p asociado es menor a 0.01, lo que indica un rechazo fuerte de la hipótesis nula de raíz unitaria. Asimismo, la ecuación de la prueba ADF muestra que el coeficiente de casos (-1) es 0,84, significativamente distinto de 1, apoyando así el rechazo de la hipótesis de raíz unitaria. En la misma línea, tanto el término de ruptura (INCPTBREAK) como la variable dummy de ruptura (BREAKDUM) son estadísticamente significativos al 5%.

Por otra parte, el modelo presenta un alto R-cuadrado de 0,945265, indicando un buen ajuste. También, el estadístico F es altamente significativo y el estadístico Durbin-Watson de 1,82 sugiere que no hay una fuerte autocorrelación de primer orden en los residuos. En este sentido, los resultados sugieren que la serie CASOS es estacionaria al considerar la ruptura estructural en diciembre de 2010, rechazando la hipótesis de raíz unitaria.

El pronóstico se realizó utilizando una muestra de datos que abarca desde enero de 2010 hasta julio de 2024, con un total de 175 observaciones. Para el pronóstico, se ha establecido una longitud de 63 períodos hacia el futuro. El modelo ARIMA considerado incluye componentes estacionales, con máximos del modelo (4,4) (2,2). En este contexto, esto sugiere que se exploraron modelos ARIMA con hasta 4 términos autorregresivos (AR) y 4 términos de media móvil (MA) para la parte no estacional, y hasta 2 términos AR y 2 términos MA para la parte estacional. Además, el modelo incorpora una constante (C) como regresor. Durante el proceso de selección automática, se estimaron 225 modelos ARIMA diferentes, y todas las estimaciones convergieron, lo que es un indicio positivo de la fiabilidad del modelo final.

En este contexto, el modelo ARIMA final seleccionado es un (2,1) (2,2), lo que implica 2 términos autorregresivos no estacionales, 1 diferenciación no estacional, 2 términos autorregresivos estacionales y 2 diferenciaciones estacionales. El valor del Criterio de

Información de Akaike (AIC) para este modelo es 14,94, que probablemente se utilizó como criterio para la selección entre los modelos estimados.

En la misma línea, el análisis sugiere que se ha llevado a cabo un proceso exhaustivo de modelado para pronosticar los casos de robos, considerando tanto patrones estacionales como no estacionales en los datos. El modelo seleccionado, aunque relativamente complejo, refleja la presencia de patrones temporales significativos en la serie de datos de robos. En la Tabla 2, se indica los casos pronosticados.

Tabla 2

Casos pronosticados de los delitos de robos con ARIMA

Año	Pronóstico de casos
2025	60.460
2026	51.021
2027	58.081
2028	62.287
2029	60.684

Nota. Los datos muestran el pronóstico ARIMA del modelo (2,1) (2,2), para los años 2025-2029. Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Integrado de Actuaciones Fiscales de la Fiscalía General del Estado (2024).

Sobre la base de lo antes expuesto, la elección del modelo ARIMA propuesto por Box y Jenkins se basa en la estructura temporal y la naturaleza estocástica de los datos relacionados con la criminalidad. En este sentido, los robos tienden a presentar patrones complejos en el tiempo, incluyendo tendencias, estacionalidades y fluctuaciones aleatorias, lo que requiere un enfoque metodológico sólido para su análisis. Al mismo tiempo, el modelo ARIMA resulta adecuado para este tipo de series temporales, debido a que permite capturar tanto la dependencia entre observaciones sucesivas como los choques aleatorios que inciden sobre la evolución delictiva. Además, este enfoque posibilita descomponer la serie en sus componentes sistemáticos y aleatorios, proporcionando una visión más precisa de su dinámica. Asimismo, la versatilidad del enfoque Box-Jenkins facilita la identificación y estimación de modelos que representen de forma realista el comportamiento temporal de los robos, incluyendo aspectos como la persistencia de fenómenos criminológicos y la tendencia hacia un nivel medio de ocurrencia delictiva.

La elección del modelo ARIMA (2,1) (2,2) se sustenta en un proceso riguroso de identificación estadística siguiendo la metodología Box-Jenkins. En este sentido, los parámetros fueron

definidos a partir del análisis de las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) aplicadas a la serie diferenciada. El componente autorregresivo de orden 2 ($p=2$) refleja la influencia de los dos períodos anteriores sobre el número actual de robos, capturando la inercia de factores socioeconómicos y de seguridad. La primera diferenciación ($d=1$) se aplicó para eliminar la no estacionariedad de la serie, y el término de medias móviles de orden 2 ($q=2$) permite modelar los efectos aleatorios residuales que afectan momentáneamente la evolución delictiva. Por último, esta configuración fue seleccionada por su rendimiento superior según los criterios de información AIC con 15,20, respaldada por análisis de residuos que evidenciaron la ausencia de autocorrelación, y por pruebas de ajuste que confirmaron su idoneidad frente a otros modelos alternativos con diferentes órdenes y estructuras.

En términos generales, los pronósticos indican fluctuaciones en el número de casos de un año a otro, sin mostrar una tendencia clara de aumento o disminución constante. Además, para el periodo de 2025 a 2026, se observa una disminución significativa de aproximadamente 15,6%. En contraste, entre 2026 y 2027, hay un aumento notable de alrededor del 13,8%. Asimismo, para el periodo de 2027 a 2028, el incremento es más moderado, de aproximadamente 7,2%, mientras que de 2028 a 2029, se registra una ligera disminución de alrededor del 2,6%. Además, se debe mencionar que se trabaja con un 95% de nivel de confianza. A continuación, en la Figura 2 se muestran los delitos de robo consumados durante los años 2010-2024 y pronóstico durante los años 2024-2029.

Figura 2

Delitos de robo consumados durante los años 2010-2024 y pronóstico durante los años 2024-2029



Nota. Los datos del año 2024 tienen fecha de corte 19 de julio de 2024. Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Integrado de Actuaciones Fiscales de la Fiscalía General del Estado (2024).

Los valores pronosticados varían entre un mínimo de 51.021 casos en 2026 y un máximo de 62.287 casos en 2028. Además, el modelo ARIMA (2,1) (2,2) seleccionado sugiere que los datos históricos presentan patrones complejos que incluyen tanto componentes estacionales como no estacionales. Al mismo tiempo, la necesidad de diferenciar los datos una vez para la tendencia no estacional y dos veces para la estacionalidad indica que podrían existir patrones estacionales fuertes y cambiantes en los datos.

Asimismo, es importante tener en cuenta que estos pronósticos son estimaciones basadas en patrones históricos y pueden no reflejar eventos futuros imprevistos o cambios en las políticas que podrían afectar significativamente el número de casos. También, la complejidad del modelo sugiere que la serie temporal de casos de robos tiene patrones intrincados que el modelo intenta capturar.

Al respecto, para mejorar la precisión de los pronósticos futuros, se recomienda monitorear de cerca la exactitud de estas estimaciones a medida que se disponga de datos reales. Igualmente, es crucial considerar factores externos que podrían influir en las cifras de robos y que no están reflejados en el modelo histórico. Actualizar regularmente el modelo con nuevos datos puede ayudar a refinar los pronósticos. En síntesis, estos pronósticos ofrecen una guía útil para la planificación, pero deben interpretarse con cautela y en combinación con otros indicadores y conocimientos del contexto local.

DISCUSIÓN

El análisis de los datos sobre robos en Ecuador entre 2010 y 2024 revela patrones complejos y fluctuaciones significativas, lo que plantea serios desafíos para la seguridad pública. El aumento considerable de los casos entre 2010 y 2015, seguido de oscilaciones en los años posteriores, evidencia un escenario de seguridad inestable y en constante cambio (Infante & Villarruel, 2022). Esta volatilidad no solo afecta la percepción ciudadana, sino que también repercute de manera significativa en el desarrollo económico y social del país (Cuenca et al., 2019).

Un aspecto destacable es la influencia de factores externos, como se observa en la marcada reducción de robos en 2020, atribuida probablemente a las restricciones de movilidad impuestas por la pandemia de COVID-19. No obstante, el repunte registrado en los años siguientes sugiere que las causas estructurales de la delincuencia no han sido abordadas de forma efectiva (Romero et al., 2023). Esta situación respalda la necesidad de una estrategia integral que trascienda la mera aplicación de medidas represivas (Chango et al., 2022)

La distribución geográfica de los robos, con una alta concentración en provincias como Guayas y Pichincha, resalta la importancia de incorporar las particularidades territoriales en el diseño de estrategias de prevención. Las diferencias observadas entre provincias y a lo largo del tiempo reflejan la necesidad de implementar políticas de seguridad flexibles y adaptadas al contexto local (Arbeláez et al., 2021).

Desde una perspectiva cuantitativa, el uso de herramientas estadísticas como la *prueba de Dickey-Fuller Aumentada* y el modelo ARIMA permitió obtener una visión más precisa del comportamiento de la serie temporal. La identificación de una ruptura estructural en diciembre de 2010, así como la complejidad del modelo ARIMA seleccionado [(2,1)(2,2)], sugieren que los patrones de robo responden a múltiples factores interrelacionados y dinámicos (Ayala et al., 2023).

Los pronósticos para el período 2025-2029, derivados del modelo ARIMA, apuntan a una persistencia de fluctuaciones sin una tendencia claramente definida al alza o a la baja. Este hallazgo refuerza la urgencia de mantener enfoques proactivos y adaptativos en el diseño de políticas de seguridad pública (Troncoso & Gómez, 2022).

Es fundamental reconocer las limitaciones de este análisis. Tal como advierten Romero et al. (2021), aunque los modelos estadísticos como ARIMA resultan útiles, no son capaces de capturar toda la complejidad de fenómenos sociales como la delincuencia. Factores como reformas legislativas, variaciones económicas o dinámicas sociales no siempre están reflejados en los datos históricos, pero pueden incidir de manera determinante en la evolución futura del delito.

A pesar de estas limitaciones, el estudio ofrece una base empírica valiosa para orientar las políticas públicas en materia de seguridad. Sin embargo, como sostienen Leiva y Ramírez (2021), una respuesta efectiva al problema del robo debe ir más allá del enfoque punitivo y centrarse en atacar sus raíces estructurales, como la pobreza, el desempleo y las deficiencias en el acceso a la educación.

CONCLUSIONES

El análisis de los datos de robos en Ecuador entre 2010 y 2024 revela patrones complejos y fluctuaciones significativas, indicando una situación de seguridad inestable que requiere estrategias adaptativas. Además, estas variaciones notables en las tasas de robo a lo largo del tiempo sugieren la influencia de múltiples factores socioeconómicos y políticos cambiantes. Al

mismo tiempo, la volatilidad observada en los datos subraya la necesidad de un enfoque dinámico en la formulación de políticas de seguridad pública.

El modelo ARIMA (2,1) (2,2) seleccionado sugiere la presencia de patrones estacionales y no estacionales complejos en la serie temporal de robos, lo que destaca la necesidad de enfoques multifacéticos en las políticas de seguridad. También, la complejidad del modelo indica que los patrones de robo en Ecuador no son simplemente lineales o fácilmente predecibles, sino que están influenciados por múltiples factores interrelacionados. Asimismo, la presencia de componentes estacionales sugiere que existen ciclos regulares en la incidencia de robos, posiblemente relacionados con factores como las temporadas turísticas, los ciclos económicos o los periodos escolares.

Al mismo tiempo, los componentes no estacionarios indican la existencia de tendencias a largo plazo, estacionalidad y posibles eventos puntuales que afectan las cifras de robo. Al utilizar el modelo ARIMA (2,1) (2,2), las diferencias estacionales permiten capturar patrones recurrentes a lo largo del tiempo, destacando aún más la necesidad de estrategias de seguridad que aborden tanto los patrones cíclicos como las tendencias a largo plazo para mejorar la prevención del delito.

Los pronósticos para 2025-2029 indican fluctuaciones continuas en los casos de robo, sin una tendencia clara de aumento o disminución, subrayando la importancia de mantener un enfoque proactivo y flexible en las estrategias de prevención del delito. Esta falta de una dirección clara en las proyecciones sugiere que el problema del robo en Ecuador seguirá siendo un desafío complejo en los próximos años. En donde, la variabilidad prevista en los casos de robo implica que las autoridades deben estar preparadas para ajustar rápidamente sus estrategias en respuesta a cambios en las tendencias delictivas.

Además, estos pronósticos resaltan la necesidad de un monitoreo continuo y una evaluación regular de la efectividad de las políticas de seguridad implementadas. La ausencia de una tendencia definida también sugiere que los factores que influyen en las tasas de robo son diversos y posiblemente cambiantes, lo que requiere un enfoque holístico que aborde no solo la aplicación de la ley, sino también los factores socioeconómicos subyacentes que contribuyen a la delincuencia.

Aunque el modelo ARIMA proporciona una valiosa comprensión profunda, es crucial considerar factores externos como cambios legislativos, condiciones económicas y dinámicas sociales que pueden influir significativamente en las tasas futuras de delincuencia. Además, el

modelo estadístico, si bien es útil para identificar patrones y tendencias, no puede capturar completamente la complejidad de los fenómenos sociales como el crimen. Factores como cambios en las políticas de seguridad, fluctuaciones económicas, eventos sociales significativos o incluso cambios en la demografía pueden tener un impacto sustancial en las cifras de robo que no se reflejan en los datos históricos. Además, es importante reconocer que la efectividad de las estrategias de prevención del delito puede alterar las tendencias futuras de una manera que el modelo no puede predecir.

Por lo tanto, mientras se utilizan las bondades del modelo ARIMA para informar las políticas, es esencial mantener un enfoque flexible que pueda adaptarse a nuevos desarrollos y considerar una gama más amplia de factores en la planificación de estrategias de seguridad. Asimismo, esto implica la necesidad de un enfoque interdisciplinario que combine el análisis estadístico con perspectivas de las ciencias sociales, la criminología y la política pública. En este sentido, para futuras investigaciones podrían beneficiarse de la incorporación de variables y de la realización de estudios comparativos para obtener una comprensión más completa de los factores que influyen en las cifras de robos en Ecuador. Al mismo tiempo, se recomienda aplicar series de tiempo heterocedásticas, considerando que los datos presentaron una alta dispersión, en comparación con la media y que integren tanto la varianza como el error, aplicadas a las diferentes provincias del Ecuador o por distintas regiones.

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*, 21(52), 88-101. <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257051186008.pdf>
- Arbeláez, D., Espinoza, V., & Rojas, M. (2021). Inteligencia artificial y condición humana: ¿Entidades contrapuestas o fuerzas complementarias? *Revista de Ciencias sociales*, 27(2), 502-513. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927679>
- Ayala, N., Monleon, A., Canela, J., & Retamal, E. (2023). Predicción con modelo ARIMA en series temporales de Salmonella spp en Chile entre 2014-2022. *Ciencia Latina Revista Científica*, 7(1), 1337-1351. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4484
- Batallas, F., & Caveda, D. (2022). Factores que contribuyen al aumento de la delincuencia en la ciudad de Guayaquil. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 276-294. <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/766/482>

- Calvillo, Y. (2014). Espacio y delincuencia: un caso de estudio del robo a transeúnte en el Centro Histórico de la ciudad de México. *Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura*, 4(2), 112-151. <https://www.redalyc.org/pdf/4195/419545122005.pdf>
- Carrera, F., Govea, F., Hurtado, G., & Freire, C. (2019). Estudio Correlacional de Factores como Desempleo e Índices de Delincuencia en Ecuador. *Información Tecnológica*, 30(3), 287-294. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300287>
- Chango, C., Delgado, J., Mora, L., & Iglesias, J. (2022). Seguridad y protección de la ciudadanía en el Ecuador. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas*, VII(2), 1465-1478. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8954929>
- Cuenca, S., Vargas, J., & Exson, V. (2019). Importancia de la correcta imputación del delito de robo, garantía de un adecuado proceso penal. *Universidad y Sociedad*, 11(4), 229-237. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Gonzales, F., & Hipólito, B. (2021). La seguridad ciudadana como política gubernamental en América Latina en el último quinquenio. *ciencia latina revista Multidisciplinar*, 5(1), 423. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/241/322>
- González, P. (2009). *Análisis de Series Temporales: Modelos ARIMA*. España: Universidad del País Vasco.
- Hurtado, F. (2020). Fundamentos Metodológicos de la Investigación: El Génesis del Nuevo Conocimiento. *Revista Scientific*, 5(16), 99-119. <https://www.redalyc.org/journal/5636/563662985006/html/>
- Iglesias, J., Chango, C., Delgado, J., & Mora, L. (2023). Análisis sistemático del aumento de la inseguridad en el Ecuador. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2(57), 1-13. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3528/3482>
- Infante, M., J., L., & Villarruel, Z. (2022). ¿Mito o realidad? inseguridad ciudadana en la parroquia urbana “Alpachaca”, en Ibarra-Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 24-30. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n6/2218-3620-rus-14-06-24.pdf>

- Leiva, A., & Ramírez, A. (2021). Efectos de la inseguridad Ciudadana en el bienestar de la población. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 513-535. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/535/678>
- Marcos, A. (2023). *Estimación de Modelo ARMA usando el modelo espacio de los estados*. México D.F.: Universidad Politécnica de Madrid.
- Molina, P., & Molina, D. (2025). Crímenes en expansión: homicidios intencionales y los desafíos para los derechos humanos y la seguridad en Ecuador. *Tsafiqui - Revista Científica En Ciencias Sociales*, 15(1), 103-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v15i1.1463>
- Molina, P., Morán, E., Molina, D., & Caiza, E. (2023a). Ineficiencia del mercado de valores de Ecuador a través del modelo de valoración de activos de capital (CAPM). *REVISTA DE INVESTIGACIÓN SIGMA*, 82-105.
- Molina, P., Ramírez, A., Molina, D., Campaña, J., & Ponce, A. (2023b). Femicidio y violencia de género en Ecuador: Hallazgos claves y tendencias emergentes. *Tsafiqui - Revista Científica En Ciencias Sociales*, 14(2), 19-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v14i2.1350>
- Octavio, S., Hernández, C., & Pedraza, L. (2007). Análisis comparativo de las técnicas de series de tiempo ARIMA y ANFIS para pronosticar tráfico Wimax. *Revista Científica y Tecnológica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José De Caldas*, 12(2), 73-79. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498850165011>
- Pérez, V., Tamayo, J., Molina, I., & Arroba, E. (2022). Delitos de mayor connotación psicosocial en la provincia de Tungurahua. *Uisrael*, 9(3), 111-129. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rcuisrael/v9n3/2631-2786-rcuisrael-9-03-00111.pdf>
- Rodas, F., & Santillán, J. (2019). Breves consideraciones sobre la Metodología de la Investigación para investigadores principiantes. *Innova*, 4(3), 170-184. <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/974/1564>
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2021). *Metodología de la investigación*. Edicumbre. https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/article/view/22/29

- Romero, J., Muñoz, B., & Dávila, C. (2023). Seguridad pública en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 7235-7254. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8302/12501>
- Salgado, J. (2024). Impacto del crimen y la delincuencia en la economía ecuatoriana. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), 1-46. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)e217](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)e217)
- Sánchez, O., & Fuentes, C. (2016). El robo de vehículos y su relación espacial con el contexto sociodemográfico en tres delegaciones centrales de la Ciudad de México (2010) *Investigaciones Geográficas (Mx)*, núm. 89, 2016, pp. 107-1. *Investigaciones Geográficas (Mx)*(89), 107-120. <https://www.redalyc.org/pdf/569/56944828008.pdf>
- Troncoso, F., & Gómez, D. (2022). Predicción geográfica de delitos contra la propiedad mediante Redes Neuronales y SARIMA. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 26(113), 103-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.47460/uct.v26i113.576>
- Veloz, M., & Cárdenas, A. (2018). Modelización econométrica bajo la metodología de box-jenkins. estudio empírico a la liquidez del sistema financiero ecuatoriano. *Revista investigación operacional*, 39(4), 592-606. <https://revistas.uh.cu/invoperacional/article/view/3852/3391>
- Villalobos, H. (2020). El desarrollo tecnológico en materia policial: una receta de éxito para la prevención del delito. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 15(1), 79-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.18359/ries.4243>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658/11619>