



ESCUELA DE NEGOCIOS

MAESTRÍA EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS Y CIENCIA DE DATOS

**ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES MACROECONÓMICOS Y
FINANCIEROS DE LA TASA DE MOROSIDAD HIPOTECARIA EN EL
SISTEMA DE BANCOS PRIVADOS ECUATORIANO**

Profesor

Mario Salvador González Rodríguez Ph.D. (c)

Autor

Diego Ramiro Rodríguez Villamarín

2023

Resumen

Ciertamente, el crédito hipotecario desempeña un papel fundamental dentro de la economía. En este sentido, la aprobación de créditos de alto riesgo junto al relajamiento de los estándares crediticios ha provocado que el segmento de préstamos hipotecarios sea el catalizador de las recientes crisis financieras mundiales. Así, se hace necesario el análisis integral de los factores asociados al incumplimiento de estos créditos hipotecarios, puesto que su comprensión es de vital importancia para el diseño de soluciones y respuestas gubernamentales y empresariales. De este modo, con datos obtenidos del Banco Central del Ecuador y de la Superintendencia de Bancos del Ecuador, se estima un modelo de series de tiempo con variables exógenas ARIMAX para evaluar la relación entre las tasas de morosidad de los créditos hipotecarios y una serie de factores asociados al entorno macroeconómico y al sistema bancario ecuatoriano, durante el periodo comprendido entre marzo de 2008 y enero de 2023. Los resultados evidencian que la inflación actual, la inflación con rezago de tres y nueve meses, la tasa de desempleo actual, y el comportamiento pasado de la tasa de morosidad hipotecaria son relevantes para predecir la tasa de morosidad hipotecaria. Así, con base en los resultados obtenidos, se configuran y diseñan varias políticas públicas y privadas, orientadas a la reducción del riesgo de crédito hipotecario, que incorporan medidas de carácter público y privado.

Abstract

Certainly, mortgage credit plays a fundamental role in the economy. In this sense, the approval of high-risk loans together with the relaxation of credit standards has caused the mortgage loan segment to be the catalyst of the recent global financial crises. Thus, a comprehensive analysis of the factors associated with the default of these mortgage loans is necessary, since their understanding is of vital importance for the design of governmental and business solutions and responses. In this way, with data obtained from the Central Bank of Ecuador and the Superintendence of Banks of Ecuador, a time series model with exogenous ARIMAX variables is estimated to evaluate the relationship between the delinquency rates of mortgage loans and a series of factors associated with the macroeconomic environment and the Ecuadorian banking system, during the period between March 2008 and January 2023. The results show that current inflation, inflation with a lag of three and nine months, the current unemployment rate, and the past behavior of the mortgage delinquency rate are relevant to predicting the mortgage delinquency rate. Thus, based on the results obtained, several public and private policies are configured and designed, aimed at reducing mortgage credit risk, which incorporate public and private measures.

Índice del contenido

Resumen	2
Abstract	3
4. Introducción	6
5. Revisión de literatura relacionada al problema	7
6. Identificación del objeto de estudio	11
7. Planteamiento del problema	12
8. Objetivo General	13
9. Objetivos Específicos.....	14
10. Justificación y aplicación de la metodología	14
10.1. Datos.....	14
10.2. Metodología	15
10.2.1. Justificación metodológica.....	15
10.2.2. Metodología ARIMA	16
10.2.3. Metodología ARIMAX	17
10.2.4. Etapas de construcción de un modelo ARIMAX.....	18
10.3. Análisis de variables	19
10.3.1. Variable endógena	19
10.3.2. Variables exógenas	20
10.4. Implementación de la metodología ARIMAX.....	25
10.4.1. Estacionariedad de las variables.....	25
10.4.2. Causalidad de Granger	27
10.4.3. Análisis de correlación.....	29
10.4.4. Modelo de regresión lineal	30
10.4.5. Modelado ARMA de residuos.....	30
11. Resultados.....	31
12. Discusión de los resultados y propuestas de solución	33
13. Conclusiones y recomendaciones	36
14. Bibliografía.....	39

Índice de tablas

Tabla 1. Variables exógenas. Estadísticos principales	22
Tabla 2. Continuación	23
Tabla 3. Test Dickey–Fuller Ampliado para variables del modelo	26
Tabla 4. Test Dickey–Fuller Ampliado para variables del modelo	27
Tabla 5. Test de causalidad de Granger (v. exógena → v. endógena).....	27
Tabla 6. Test de causalidad de Granger (v. endógena → v. exógena).....	28
Tabla 7. Resultados del modelo de regresión	30
Tabla 8. Resultados del modelo ARIMAX	31

Índice de figuras

Figura 1. Morosidad créditos de vivienda. Marzo 2008 – Febrero 2023.....	20
Figura 2. Comportamiento variables exógenas. Marzo 2008 – Febrero 2023.....	25
Figura 3. Test de correlación de variables	29
Figura 4. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial	31
Figura 5. Variación tasa de morosidad hipotecaria y predicción del modelo	33

4. Introducción

La estabilidad del sistema financiero es vital para el crecimiento económico (Buncic, y Melecky, 2013). En efecto, la pérdida de rentabilidad –y eventual quiebra– de varias instituciones financieras podría generar severas implicaciones fiscales y sociales, a una escala tan amplia que afecte el bienestar económico de un país (Atanasijević, y Božović, 2016; Linn, y Lyons, 2019). De este modo, se ha enfatizado sobre la necesidad de una mejor supervisión macroprudencial y una respuesta en el ámbito de la política financiera más adecuada y puntual (Buncic, y Melecky, 2013).

La solidez y fortaleza de una institución financiera radica principalmente en la calidad de su cartera de créditos. Esto, a su vez, determina que la exposición al riesgo crediticio sea un indicador clave de la vulnerabilidad financiera. En este sentido, una tasa de morosidad elevada se establece como un importante indicador de alerta temprana del deterioro de las operaciones de crédito (Tracey, 2007). Así, un incremento en los niveles de incumplimiento de pago –en todas las líneas de crédito– podría incidir negativamente sobre el patrimonio neto de un banco y amenazar su solvencia (Abdul Adzis, Lim, Yeok, y Saha, 2021; Sathye, Bartle, Vincent, y Boffey, 2003).

Específicamente, las recientes crisis financieras mundiales han estado estrechamente ligadas al deterioro de la calidad y bajo rendimiento de los créditos hipotecarios (Demyanyk, y Van Hemert, 2011). Ciertamente, el crédito hipotecario es un elemento fundamental para el funcionamiento de la macroeconomía moderna. (Greenwald, 2016). Por ello, durante los últimos años se ha generado un interés renovado en el estudio de los determinantes del incumplimiento de los préstamos residenciales (Abdul Adzis et al., 2021; Linn, y Lyons, 2019).

Comprender los factores que inciden sobre el incumplimiento crediticio es crucial, tanto para las instituciones financieras como para los hogares

(Atanasijević, y Božović, 2016). Desde la perspectiva del sistema financiero, es importante debido a que la sustancial proporción que representan los préstamos hipotecarios sobre la totalidad de la cartera de crédito (Abdul Adzis et al., 2021). Por otro lado, generalmente, la vivienda es el activo más grande de un hogar, determinándose –previo a la cancelación integral de la obligación – el mayor pasivo de deuda (Linn, y Lyons, 2019).

En esencia, dado que el crédito hipotecario evoluciona endógenamente en respuesta al entorno económico y financiero, analizar los determinantes del riesgo de crédito –asociado a las tasas de incumplimiento y morosidad– es de fundamental importancia para las autoridades reguladoras, que buscan generar una adecuada estabilidad financiera y una eficiente gestión operativa de los bancos (Greenwald, 2016; Louzis, Vouldis, y Metaxas, 2012).

5. Revisión de literatura relacionada al problema

Debido a los negativos impactos financieros y sociales que genera la morosidad hipotecaria, sus causas han sido ampliamente estudiadas en la literatura (Tian, Quercia, y Riley, 2015). Ciertamente, una comprensión profunda y adecuada de la vulnerabilidad y resiliencia del sector bancario ante escenarios económicos adversos adquiere fundamental importancia en la evaluación integral del riesgo financiero y en la configuración de nuevas políticas de regulación (Vazquez, Tabak, y Souto, 2012). En consecuencia, la evidencia empírica ha centrado el enfoque en identificar y determinar el efecto de factores macroeconómicos y variables asociadas al sistema financiero sobre la tasa de morosidad de los créditos de vivienda (Abdul Adzis et al., 2021).

La mayoría de los estudios empíricos evalúan la influencia del entorno macroeconómico sobre la morosidad del crédito. En esta línea de investigación, uno de los hallazgos más interesantes está asociado al hecho de que una fase expansiva de la economía presenta paralelamente una tasa de morosidad relativamente baja. Aquello, puesto que, de manera general, existe un flujo suficiente de recursos y una rápida transferencia de ingresos, mejorando así la capacidad de pago de la deuda de los prestatarios (Atanasijević, y Božović, 2016;

Louzis et al., 2012; Simons, y Rolwes, 2009). En contraste, cuando la economía entra en recesión o depresión, se espera que los rendimientos de los activos caigan y la capacidad de pago de la deuda se deteriora (Blanco, y Gimeno, 2012; Fadare, 2011). Ante ello, los individuos y empresas enfrentan mayores dificultades para cumplir con sus obligaciones financieras, aumentando así la tasa de morosidad (Atanasijević, y Božović, 2016).

En particular, el estudio de Salas y Saurina (2002) determina que la tasa de morosidad de los créditos es sensible al ciclo económico, medido a través del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB). Sus resultados son consonantes con las investigaciones de Louzis et al. (2012), Atanasijević, y Božović (2016) y Simons, y Rolwes (2009), que revelan una correlación negativa estadísticamente significativa entre la tasa de crecimiento del PIB y los índices de morosidad de la cartera de crédito. Adicionalmente, Vazquez et al. (2012) estiman el efecto cíclico del comportamiento del PIB sobre las tasas de cumplimiento crediticio para cada segmento de crédito. De este modo, señalan que la morosidad en los créditos de consumo presenta la mayor sensibilidad ante las variaciones del PIB, contrastando con los créditos hipotecarios, cuya elasticidad de la tasa de incumplimiento es menor (Vazquez et al., 2012). En esencia, es probable que los bancos con carteras de crédito enfocadas mayoritariamente en el segmento de consumo experimenten mayores pérdidas crediticias durante una recesión macroeconómica.

Vinculado al efecto de la evolución macroeconómica sobre las tasas de morosidad, varias investigaciones han determinado la correlación entre las crisis de deuda pública y los problemas de riesgo crediticio (Louzis et al., 2012). Por lo general, un aumento de la deuda pública se revela como un síntoma claro del deterioro de las finanzas públicas. De este modo, con el fin de lograr soluciones, el Estado puede generar intervenciones fiscales vinculadas a contracciones del gasto público, o a reducciones del aparato burocrático (Louzis et al., 2012; Perotti, 1996). Todo ello incide en la capacidad de los agentes económicos de pagar (o refinanciar) los préstamos y obligaciones financieras.

Evidentemente, las variaciones en la capacidad de pago tienen grandes efectos sobre la probabilidad de incumplimiento (O'Toole, y Slaymaker, 2021). Así, considerando que el empleo, al generar un flujo de recursos –a partir de los salarios percibidos–, es un elemento importante para que las personas y los hogares cumplan con sus deudas financieras, diferentes estudios han analizado el efecto de las tasas de desempleo sobre la tasa de morosidad de los créditos de vivienda (Deng, Quigley, y Van Order, 2000; Quercia, Pennington–Cross, y Tian, 2014). Sin embargo, los resultados son mixtos y el vínculo se revela ambiguo. De este modo, algunas investigaciones no encuentran un vínculo estadísticamente significativo entre el desempleo y la morosidad en el crédito. En particular, los resultados de Quercia et al. (2014) y Tian et al. (2015) revelan que la morosidad hipotecaria es significativamente sensible a las variaciones en el componente estructural del desempleo.

Estudios previos han determinado el impacto de la tasa de inflación sobre el financiamiento exitoso de un crédito hipotecario. Entre otras consecuencias, las variaciones en el índice de inflación generan repercusiones en el sector real de la economía y en los mercados financieros, afectando, de manera general, a todos los agentes económicos (Jain, y Kamp, 2010; Nigmonov, Shams, y Alam, 2022). No obstante, la evidencia empírica no ha presentado resultados concluyentes acerca de la dirección del efecto de la inflación sobre la morosidad del crédito. Por un lado, una tasa de inflación alta puede reducir el valor real de los préstamos pendientes, facilitando el pago de la deuda, no obstante, también puede disminuir el ingreso real del prestatario asociado a las distorsiones nominales (Atanasijević, y Božović, 2016; Nigmonov et al., 2022). En este sentido, las investigaciones de Nigmonov et al. (2022) y Theong, Osman, y Yap (2018) evidencia una asociación negativa entre el riesgo crediticio de las obligaciones hipotecarias y el aumento de las tasas de inflación nacionales.

Los factores que inciden sobre la morosidad de los créditos de vivienda no se vinculan únicamente a las condiciones macroeconómicas. En este sentido, una línea de investigación complementaria ha enfatizado el efecto de la política monetaria y las características específicas del sistema bancario sobre la

morosidad de los préstamos hipotecarios (Louzis et al., 2012). Así, un canal a través del cual la política monetaria puede afectar el incumplimiento de los préstamos en el mercado hipotecario es modificando las tasas de interés, lo cual genera cambios sobre la estructura y calidad de los créditos de vivienda (Jiménez, Ongena, Peydró, y Saurina, 2014). Específicamente, una tasa de interés más altas afectará la capacidad de servicio de la deuda de los prestatarios, sobre todo en el caso de los préstamos de tasa variable (Atanasijević, y Božović, 2016).

En contraste, para el caso –mayoritario– de los préstamos hipotecarios que se generan con una tasa de interés fija, aún no existe evidencia empírica concluyente que sustente razonablemente el por qué un aumento en la tasa de interés genera mayor probabilidad de incumplimiento de estas obligaciones financieras (Berge, y Boye, 2007; Quercia et al., 2014). Los resultados de Quercia et al. (2014), Nigmonov et al. (2022), y Louzis et al. (2012) encuentran una correlación positiva estadísticamente significativa entre las tasas de interés y la morosidad en el crédito hipotecario. Así, el aumento de la tasa de interés del crédito de vivienda determina un incremento en la probabilidad de incumplimiento (Byrne, Kelly, y O'Toole, 2022).

Durante periodos de crisis sistémicas, el sistema de bancos privados enfrenta restricciones financieras, resultado de niveles alarmantes de liquidez. Como consecuencia se disminuye sustancialmente el volumen de los créditos ofertados (Jiménez et al., 2014). Aquello genera un escenario donde los agentes económicos ven reducida su propia capacidad de liquidez y la posibilidad de acceder a préstamos para solventar otras obligaciones financieras (O'Toole, y Slaymaker, 2021). Por ello, distintos estudios han determinado que la variación en el índice –o en los montos– de liquidez del sistema bancario es un predictor significativo del incumplimiento de créditos hipotecarios.

Finalmente, se ha evaluado la incidencia de factores de desempeño y eficiencia empresarial del sector bancario sobre el riesgo crediticio. Así, se ha encontrado que la ratio de rentabilidad financiera (ROE) del sistema de bancos determina un

impacto negativo sobre los índices de morosidad de los préstamos hipotecarios (Louzis et al., 2012).

6. Identificación del objeto de estudio

El riesgo crediticio, entendido como la imposibilidad de efectuar los pagos requeridos de una obligación financiera por parte de los agentes económicos es el riesgo principal que enfrentan las instituciones bancarias (Chen, Guo, y Zhao, 2020). De este modo, un aumento en la proporción de hogares o empresas que no pueden pagar sus deudas puede comprometer la estabilidad bancaria y provocar una severa crisis en todo el sistema (Blanco, y Gimeno, 2012). Por ello, es usual que los organismos de supervisión y control utilicen la tasa de morosidad, junto con otros indicadores de eficiencia financiera, para evaluar la solidez del sistema financiero (Garcia Thomazi, 2022).

Así, un gran número de estudios ha investigado empíricamente la relación dinámica entre el entorno macroeconómico y las condiciones del sistema financiero sobre la calidad de las distintas carteras de crédito (Tracey, 2007). Sin embargo, aunque, por lo general, los montos del segmento hipotecario en las instituciones financieras son comparativamente mayores con respecto a las demás líneas crédito (Chen et al., 2020), no existen suficientes investigaciones acerca de los determinantes de la morosidad en los créditos de vivienda dentro de la literatura de calificación y operación crediticia, sobre todo, a escala regional.

De este modo, el objeto de estudio está asociado a las variaciones en la tasa de morosidad del crédito de vivienda, para el caso ecuatoriano, durante el periodo comprendido entre marzo de 2008 y enero de 2023. La investigación está motivada por la hipótesis de que tanto las variables macroeconómicas, así como las asociadas a factores específicos del sistema bancario tienen un efecto significativo sobre el riesgo crediticio y la morosidad de los préstamos de vivienda (Louzis, Vouldis, y Metaxas, 2012).

Ciertamente, representa un desafío empírico probar el vínculo entre el entorno macroeconómico y financiero sobre las tasas de morosidad hipotecaria. Aquello,

puesto que las características de cada segmento de crédito hipotecario dependerán de la estructura financiera y condiciones específicas de cada país (Byrne et al., 2022). Al considerar los efectos de las condiciones económicas sobre el riesgo de crédito, los estudios proponen relacionarlo con variables macroeconómicas y financieras mediante modelos econométricos (García Thomazi, 2022). Así, utilizando una metodología de series de tiempo ARIMAX se busca identificar los factores –así como el vínculo causal subyacente– que determinan variaciones en la tasa de morosidad de los créditos hipotecarios. De esta manera, se espera que los resultados generen implicaciones importantes para la política de financiación de la vivienda en el país.

7. Planteamiento del problema

Uno de los elementos más importantes para el progreso económico está vinculado a la existencia de una estructura financiera sólida, que facilite, de manera adecuada, la transferencia de fondos orientados a incrementar las inversiones en el sector real de la economía. Así, un sistema bancario eficiente cumple un papel fundamental en la economía, puesto que asume un papel de intermediario, garantizando la distribución de recursos generados a partir del ahorro de agentes económicos a entidades o personas que buscan invertir determinados recursos. Por ello, en un sistema de crédito, el componente del ahorro es crucial para la gestión de las inversiones que aseguran el crecimiento de la economía (Korkmaz, 2015).

En este contexto, es probable que el alto valor monetario que representa la adquisición de una vivienda para una persona esté vinculado a un proceso de ahorro llevado a cabo durante varios años, que se complementa con el acceso a un préstamo hipotecario, cuyo monto provendrá así también del ahorro de otro agente económico. Este flujo dinámico de recursos, realizado dentro de esta estructura financiera, configura a los préstamos de vivienda como piezas fundamentales para el crecimiento económico del país (Yüksel, y Kavak, 2019). En efecto, si bien el crédito hipotecario, como proporción del producto interno bruto, es inferior al 10% en la mayoría de las economías en desarrollo, en las economías desarrolladas –como Estados Unidos, Reino Unido o Países Bajos–

supera el 50% (Owusu-Manu, Asiedu, Edwards, Donkor–Hyiaman, Abuntori, y El–Gohary, 2019).

Sin embargo, dada la importante y compleja incidencia dentro de la economía, la gestión de créditos de alto riesgo junto al establecimiento de estándares crediticios laxos ha ocasionado que el mercado de hipotecas sea el catalizador de las recientes crisis financieras mundiales (Vazquez et al., 2012). Por ello, la evaluación de los factores asociados al incumplimiento de los créditos hipotecarios ha sido de interés, tanto para los académicos como para los responsables empresariales (O’Toole, y Slaymaker, 2021).

Consecuentemente, desde la perspectiva de formulación de políticas públicas y empresariales, comprender el efecto de ciertos factores macroeconómicos y variables asociadas a la política monetaria y gestión bancaria sobre las tasas de morosidad de los créditos de vivienda proporciona información valiosa, para desarrollar programas y medidas de intervención más eficientes (Quercia, Pennington–Cross, y Tian, 2014). Sin embargo, puesto que los resultados de la evidencia empírica indican que la exposición a los shocks de riesgo crediticio es específica de cada país, es necesario explorar la dinámica subyacente de la calidad de la cartera de préstamos hipotecarios en el sector bancario nacional (Tracey, 2007).

Así, el presente estudio busca analizar los mecanismos de acción de los determinantes de la morosidad de los créditos de vivienda. Para estos fines, utilizando datos del Banco Central del Ecuador y de la Superintendencia de Bancos se estima un modelo de series de tiempo ARIMAX, orientado a identificar las variables que inciden sobre el nivel de morosidad de los créditos hipotecarios, para el grupo de bancos privados, durante el periodo comprendido entre marzo de 2008 y enero de 2023.

8. Objetivo General

- Identificar los determinantes macroeconómicos y los factores específicos del sistema bancario que inciden sobre las tasas de morosidad de los

créditos de vivienda, para el conjunto de bancos privados ecuatorianos, durante el periodo comprendido entre marzo de 2008 y enero de 2023, estimando un modelo de series de tiempo ARIMAX.

9. Objetivos Específicos

- Consolidar un marco conceptual adecuado que permita identificar los mecanismos de acción de un conjunto de variables sobre la tasa de morosidad de los créditos de vivienda.
- Determinar el efecto del ciclo económico, medido a través de los montos de exportaciones –petroleras y no petroleras–, sobre la tasa de morosidad hipotecaria.
- Evaluar el efecto de variables de gestión y eficiencia financiera sobre la tasa de incumplimiento de los créditos de vivienda.

10. Justificación y aplicación de la metodología

10.1. Datos

Para el presente estudio se utiliza información de factores macroeconómicos y de variables asociadas al sistema de bancos privados ecuatorianos. Los datos tienen una periodicidad mensual, considerando como fecha de inicio el mes de marzo de 2008 y fecha de finalización el mes de febrero de 2023. Esta información ha sido obtenida del Banco Central del Ecuador y de la Superintendencia de Bancos.

Entre otras funciones, el Banco Central del Ecuador elabora, recopila, analiza y difunde información asociada a las estadísticas macroeconómicas de los sectores monetario, financiero, externo, real y fiscal de la economía ecuatoriana (Banco Central del Ecuador, s.f.). Análogamente, la Superintendencia de Bancos se encarga de sistematizar y analizar información financiera y estadísticas del sistema bancario, con el fin de monitorear la salud del sistema financiero y tomar decisiones informadas.

10.2. Metodología

10.2.1. Justificación metodológica

Varias empresas y organizaciones han incorporado el pronóstico de series temporales como un elemento fundamental en la toma de decisiones basadas en datos. En este sentido, uno de los algoritmos de previsión de series de tiempo más utilizado es el modelo ARIMAX –autoregressive integrated moving–average with exogenous variables– (Wang, Yao, Hou, Zhao, y Zhao, 2021). Ciertamente, los complejos fenómenos que se experimentan en la práctica están configurados por un intrincado y concurrente sistema de relaciones entre varias variables (Fan, Shan, Cao, y Li, 2009; Intihar, Kramberger, y Dragan, 2017). Así, a diferencia de los modelos univariados ARIMA, los modelos ARIMAX incorporan el efecto de variables exógenas, mejorando significativamente la capacidad de modelado y, consecuentemente, la precisión y ajuste de las predicciones (Wang et al., 2021).

En contraste con algunos métodos complejos de pronóstico de series de tiempo –vectores autorregresivos, cointegración, entre otros–, los modelos ARIMAX presentan mayor parsimonia al usar un menor número de parámetros para modelar el comportamiento de una serie temporal, manteniendo paralelamente un adecuado desempeño (Wang et al., 2021). Con certeza, la precisión de un pronóstico y su simplicidad en la interpretación son elementos fundamentales en el diseño de una estrategia empresarial adecuada y las inversiones subyacentes (Intihar et al., 2017). Así, es casi imposible para los formuladores de políticas idear y materializar soluciones cuando no se dispone de información adecuada y confiable sobre las variables presentes en determinado problema (Moroke, 2015). Por ello, los modelos ARIMAX, con una estructura relativamente simple y predicciones fáciles de explicar, se configuran como herramientas adecuadas y eficaces en el proceso de toma de decisiones (Wang et al., 2021).

La evidencia empírica ha encontrado una cierta correlación entre varios indicadores micro y macroeconómicos y la calidad de los créditos hipotecarios. En efecto, varias investigaciones han determinado que factores como el producto interno bruto, las importaciones y exportaciones, las tasas de desempleo e inflación pueden influir de manera importante en el rendimiento crediticio y, en

consecuencia, en las tasas de morosidad de los créditos (Nigmonov et al., 2022; Quercia et al., 2014). Sin embargo, en algunos casos, el efecto de las variables económicas sobre las tasas de morosidad puede ser visible únicamente algún tiempo después (Intihar et al., 2017), en otras palabras, el comportamiento pasado de una variable exógena puede propagarse con el tiempo e incidir en el valor actual de la variable dependiente. En este sentido, los modelos ARIMAX utilizan las observaciones actuales y pasadas y los errores aleatorios para modelar la dinámica lineal subyacente de la variable cuyo análisis sea de interés (Wang et al., 2021).

De este modo, la metodología ARIMAX es útil para establecer una relación dinámica entre la observación actual y todos los valores pasados de las variables exógenas –factores macroeconómicos y financieros– sobre de la variable dependiente –tasa de morosidad del crédito hipotecario–. En este sentido, diferentes estudios han obtenido buenos resultados al utilizar determinado modelo para determinar el efecto del entorno macroeconómico y financiero sobre la calidad del crédito de vivienda, reflejado en las tasas de morosidad asociadas (Garcia Thomazi, 2022; González, 2017; Koopman, y Lucas, 2005).

10.2.2. Metodología ARIMA

ARIMA (*autoregressive integrated moving-average*) es el modelo de series temporales más utilizado (Abd, Essaa, y Jassim, 2021). Generalmente, para estimar un modelo ARIMA, se emplea la metodología de Box–Jenkins, la cual viene determinada a partir del desarrollo de cuatro fases: identificación, estimación, verificación y predicción (Jalalkamali, Moradi, y Moradi, 2014; Wang et al., 2021).

Así, una serie de tiempo y_t con un proceso estacional $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$ puede ser expresado por:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D y_t = \theta(B)\Theta(B^s)\varepsilon_t$$

donde $\varepsilon_t \sim RB(0, \sigma^2)$ representa un ruido blanco con media cero y varianza constante σ^2 , s denota el término de estacionalidad, el operador de rezago B está definido por $By_t = y_{t-1}$, d es el orden de diferenciación $-D$ es el orden de diferenciación del término estacional, $\phi(B)$ es el término autorregresivo que está determinado por $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$, $\theta(B)$ es el término de media móvil que está definido por $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$, $\Phi(B^s)$ y $\Theta(B^s)$ son, respectivamente, los términos autorregresivo y de media móvil del elemento estacional, sus expresiones se pueden obtener reemplazando B con B^s , p con P y q con Q en $\phi(B)$ y $\theta(B)$ (Wang et al., 2021).

10.2.3. Metodología ARIMAX

El modelo ARIMAX (*autoregressive integrated moving-average with exogenous variables*), o modelo de función de transferencia, es una extensión del modelo ARIMA, que al incorporar variables exógenas lo transforma en un modelo de regresión múltiple (Chiu, Arcega Rustia, Lu, y Lin, 2019). Así, un modelo de función de transferencia puede ser definido como un modelo estadístico que describe la relación dinámica entre una variable de salida (y_t) y una o más variables de entrada (x_t). La siguiente ecuación representa la dependencia de la variable de salida, y_t , de los valores pasados de x :

$$y_t = v_0 x_t + v_1 x_{t-1} + v_2 x_{t-2} + \dots = v(B)x_t$$

Evidentemente, en esta relación está presente un término de error (ε_t). En consecuencia, uno puede inferir que la variable de salida no es una función determinista exacta de las variables de entrada. De este modo, las siguientes ecuaciones proporcionan la representación matemática de un modelo de función de transferencia con n variables exógenas (Kadiyala, y Kumar, 2014):

$$y_t = c + v(B)x_t + \varepsilon_t = c + \frac{\omega(B)B^b}{\delta(B)}x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t$$

$$y_t = c + v(B)x_t + \varepsilon_t = c + \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i(B)B^{b_i}}{\delta_i(B)}x_{it} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t$$

donde v_0, v_1, \dots , son los coeficientes que incorporan el efecto de x_{t-j} sobre y_t , $v(B) = v_0 + v_1B + v_2B^2 + \dots$ donde B es el operador de rezago definido por $Bx_t = x_{t-1}$, c es una constante, $\theta(B) = 1 - \theta_1B - \dots - \theta_qB^q$ es un polinomio de grado q , $\phi(B) = 1 - \phi_1B - \dots - \phi_pB^p$ es un polinomio de grado p , $\omega(B) = \omega_0 + \omega_1B + \omega_2B^2 + \dots + \omega_sB^s$ es un polinomio de orden finito en B con grado s y $\omega_0 \neq 0$, $\delta(B) = \delta_0 + \delta_1B + \delta_2B^2 + \dots + \delta_rB^r$ es un polinomio de orden finito en B con grado r , y a_t es ruido blanco (Fan, et al., 2009; Kadiyala, y Kumar, 2014).

El modelo de función de transferencia utiliza la relación entre los polinomios del numerador y el denominador. Los polinomios del numerador están definidos por los diferentes rezagos de las variables independientes exógenas. En contraste, el polinomio del denominador está definido por los coeficientes asociados a los desfases de la variable dependiente (Kadiyala, y Kumar, 2014). Sin embargo, las variaciones en las variables independientes x_t podrían no generar un efecto inmediato sobre la variable y_t . De este modo, existe un factor de retardo o tiempo muerto (b), que se define como el periodo o número de unidades de tiempo transcurrido que precede al inicio del efecto de la variable x_t sobre la serie temporal (Abd et al., 2021; González, 2017; Moroke, 2015). Finalmente, el término de error ε_t se modela como un proceso ARMA (Kadiyala, y Kumar, 2014).

10.2.4. Etapas de construcción de un modelo ARIMAX

De acuerdo al algoritmo planteado en los estudios de Andrews, Dean, Swain, y Cole (2013) y González (2017), los pasos secuenciales para construir un modelo ARIMAX pueden ser resumidos de la siguiente manera:

1. Analizar la estacionariedad tanto de la variable dependiente y_t , así como de las variables exógenas x_t (Abd et al., 2021). Si los datos no son estacionarios, la diferenciación es necesaria para transformarlos (Anggraeni, Andri, Sumaryanto, y Mahananto, 2017; González, 2017).
2. Desarrollar una prueba de causalidad de Granger, para verificar la relación entre el valor actual de la variable y_t y los valores históricos de cada una

de las variables exógenas x_t . Esto con el fin de verificar la dirección causal de x_t sobre y_t ($x_t \rightarrow y_t$). En este sentido, si $(x_t \rightarrow y_t) > (y_t \rightarrow x_t)$ se dice que x_t causa a la manera de Granger a y_t (Adu, Appiahene, y Afrifa, 2023; González, 2017).

3. Evaluar la existencia de correlación o multicolinealidad entre las variables exógenas, mediante un análisis correlacional. Si el índice de correlación entre dos variables es elevado, la variable con menor magnitud de correlación con la serie y_t deberá ser retirada (González, 2017; Moroke, 2015).
4. Estimar un modelo de regresión lineal entre las variables exógenas x_t sobre y_t (González, 2017).
5. Analizar los residuos ε_t y ajustarlos con un modelo ARMA (Fan et al., 2009; González, 2017; Wang et al., 2021).

10.3. Análisis de variables

10.3.1. Variable endógena

La morosidad hipotecaria –estudiada ampliamente debido a sus impactos financieros y sociales negativos en la sociedad– se define como la proporción de la cartera de vivienda total, que tiene cuotas vencidas y, por lo tanto, no genera ingresos ni intereses (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018). Así, puede ser expresada por:

$$\text{Morosidad crédito vivienda} = \frac{\text{cartera improductiva}}{\text{cartera total bruta}}$$

donde la cartera improductiva comprende la cartera que no devenga intereses más la cartera vencida; por otro lado, la cartera total bruta comprende la cartera de crédito por vencer, la que no devenga intereses y la vencida (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018).

La Figura 1 presenta el comportamiento de la tasa de morosidad de los créditos de vivienda para el sistema de bancos privados ecuatorianos, desde marzo de 2008 hasta febrero de 2023. En este sentido, se puede observar una tendencia creciente, con un índice promedio de 2.77%, que encuentra el valor más alto (7.59%) durante el mes de mayo de 2020, periodo que coincide con la crisis provocada por la pandemia de COVID-19. En contraste, el valor mínimo (1.16%) corresponde al mes de diciembre de 2008. Para febrero de 2023, el índice de morosidad del crédito de vivienda asciende a 3.53%.

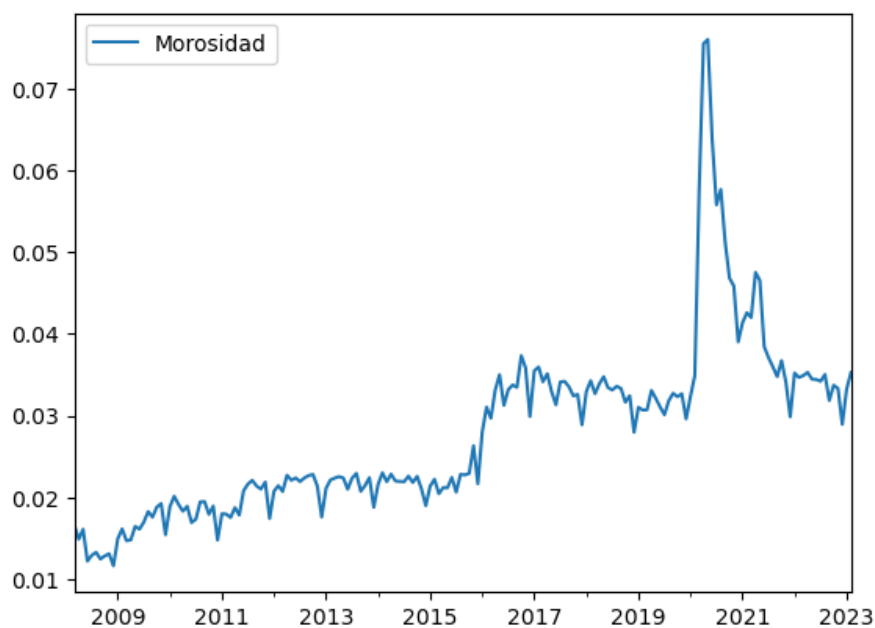


Figura 1. Morosidad créditos de vivienda. Marzo 2008 – Febrero 2023
Fuente: Superintendencia de Bancos del Ecuador
Elaboración: Autor

10.3.2. Variables exógenas

Las Tabla 1 y 2 muestran una descripción y los estadísticos principales de cada una de las variables incorporadas dentro del estudio. Paralelamente, la Figura 2 refleja el comportamiento temporal de cada una de las variables. Así, con respecto a los factores asociados al entorno macroeconómico, se puede observar que la inflación presenta un comportamiento irregular durante todo el periodo analizado, con una media de 0,22%, con un valor máximo de 1,52%, y un valor mínimo de -0,70%. Con base en el gráfico no se advierte la presencia de un componente estacional.

Por otro lado, la tasa de desempleo refleja un comportamiento relativamente estable durante todo el tiempo de estudio. Sin embargo, se evidencia un crecimiento significativo que se corresponde con el inicio del periodo de cuarentena provocado por la pandemia de COVID-19. Posterior a este periodo, las tasas se reducen y parecen estabilizarse. Con respecto a los estadísticos principales, la tasa de desempleo muestra un promedio de 5,60%, y sus valores mínimos y máximos son, respectivamente, 3,19% y 16,82%.

Análogamente, se puede observar un comportamiento irregular de las exportaciones de petróleo crudo y sus derivados, durante el tiempo considerado para el estudio. Así, parece encontrarse una tendencia creciente durante los primeros meses, sin embargo, desde noviembre de 2014 los valores se reducen abruptamente, hasta agosto de 2016. Desde este punto, se refleja un comportamiento irregular, sin una tendencia de crecimiento o decrecimiento clara. En relación a los estadísticos, el promedio de las exportaciones petroleras, desde marzo de 2008 hasta febrero de 2023 es de 797.798,12.

Con relación a la proporción de la deuda pública en relación al Producto Interno Bruto (PIB), se puede observar una tendencia creciente durante el periodo considerado. En efecto, si bien en los primeros meses se visualiza una tendencia constante, desde aproximadamente mayo de 2014 los valores van creciendo progresivamente, hasta alcanzar el valor máximo de la serie (57,43%) en diciembre de 2020.

Tabla 1. Variables exógenas. Estadísticos principales

Cod.	Variable	Descripción	Obs.	Mín.	Media	Máx.	Desv. estándar
Infl	Tasa de inflación	Mide la evolución del nivel general de precios correspondiente al conjunto de productos (bienes y servicios) de consumo, adquiridos por los hogares en un período determinado de tiempo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2023).	180	-0,70%	0,22%	1,52%	0,003534
Ind_Liq	Índice de liquidez	Indicador financiero que se utiliza para analizar la capacidad de los bancos para hacer frente a un retiro de depósitos o a un cambio en las condiciones de los mercados de fondos (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018). Se calcula a partir de: $\text{Índice de liquidez} = \frac{\text{Fondos disponibles}}{\text{Total depósitos a corto plazo}}$	180	22,77%	29,56%	36,60%	0,035272
Ind_Solv	Índice de solvencia	Indicador financiero que mide la capacidad de las instituciones del sistema financiero para absorber pérdidas (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018). Se calcula como: $\text{Índice de solvencia} = \frac{\text{Patrimonio técnico}}{\text{Activos y contingentes ponderados por riesgo}}$	180	11,66%	13,33%	14,71%	0,007558
T_Desemp	Tasa de desempleo	Indicador económico que mide el porcentaje de la población económicamente activa que está desempleada. Para ser considerado desempleado, una persona debe cumplir ciertas características, como no haber tenido empleo en la semana previa a la encuesta, estar disponible para trabajar y haber buscado trabajo o realizado gestiones concretas para conseguir empleo o establecer algún negocio en las cuatro semanas anteriores a la encuesta (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018).	180	3,19%	5,60%	16,82%	0,018656
ROE	Rentabilidad sobre patrimonio	Indicador financiero de rentabilidad financiera, que permite analizar el resultado obtenido en relación con el capital invertido en la empresa (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018)	180	4,53%	11,92%	28,48%	0,047768

Tabla 2. Continuación

Cod.	Variable	Descripción	Obs.	Min.	Media	Máx.	Desv. estándar
Int_Fin	Intermediación Financiera	Indicador financiero que se utiliza para evaluar la capacidad de las instituciones financieras para captar y colocar recursos, minimizando el riesgo de no pago (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2018).	180	64,79%	79,50%	96,49%	0,084855
Int	Tasa de interés activa	Porcentaje que los usuarios del crédito deben pagar por la utilización de los fondos. Su cálculo corresponde al promedio ponderado por monto de las tasas de interés efectivas pactadas en las operaciones de crédito concedidas por las entidades financieras.	180	9,14%	10,52%	12,46%	0,005407
Exp_Pet	Exportaciones petroleras	Las exportaciones petroleras incluyen las transacciones de petróleo crudo y derivados efectuadas por la empresa estatal EP Petroecuador, la Secretaría de Hidrocarburos y las empresas privadas (Banco Central del Ecuador, 2017).	180	85.114,03	797.798,12	1.514.326,55	289755,55
Exp_Tot	Exportaciones totales	Suma de las exportaciones petroleras y no petroleras (Banco Central del Ecuador, 2017).	180	800.798,42	1.812.590,86	3.047.665,52	421641,4181
Saldo_PI B	Saldo de deuda pública como porcentaje del PIB	Indicador económico que muestra la proporción de la deuda pública en relación al Producto Interno Bruto (PIB) de un país. Este indicador es utilizado para evaluar la sostenibilidad de la deuda y la capacidad del país para hacer frente a sus obligaciones financieras (Paunovic, 2005).	180	16,87%	32,59%	57,43%	0,131169

Elaboración: Autor

Con respecto a las variables asociadas a sistema financiero, se debe señalar que tanto el índice de liquidez, así como el índice de solvencia, han mantenido una tendencia irregular, con periodos de crecimiento y decrecimiento. Por un lado, el índice de solvencia se ha mantenido oscilando dentro de una banda con límite inferior del 11% y límite superior del 15%. De este modo, se ha observado un valor máximo de 14,71% y un valor mínimo de 11,66%, con un promedio de 13,33%. En contraste, el índice de liquidez ha presentado variaciones dentro de un significativo intervalo con límites inferior y superior de 21% y 38%, respectivamente. En este intervalo, se observa un valor promedio de 29,56%.

Si bien existen periodos de caída, se observa una tendencia creciente del índice de intermediación financiera. En este sentido, se puede señalar que durante el periodo de estudios la variable no ha presentado un valor inferior a 64,79%. En contraste, en el mes de noviembre de 2019, la tasa de intermediación financiera alcanza su valor más alto en el periodo, colocándose en 96,49%. Finalmente, se evidencia una tendencia decreciente del rendimiento sobre el patrimonio del sistema bancario. En efecto, se puede visualizar a partir del gráfico que las tasas de rentabilidad, en promedio, han ido decreciendo durante el periodo de estudio. Así, el valor más alto de rendimiento se observa en los primeros meses del periodo de estudio, específicamente en el mes de julio de 2008, con un valor de 28,48%. Por otro lado, el valor mínimo alcanzado (4,53%) se corresponde con el mes de noviembre de 2020, tiempos finales del intervalo temporal considerado.

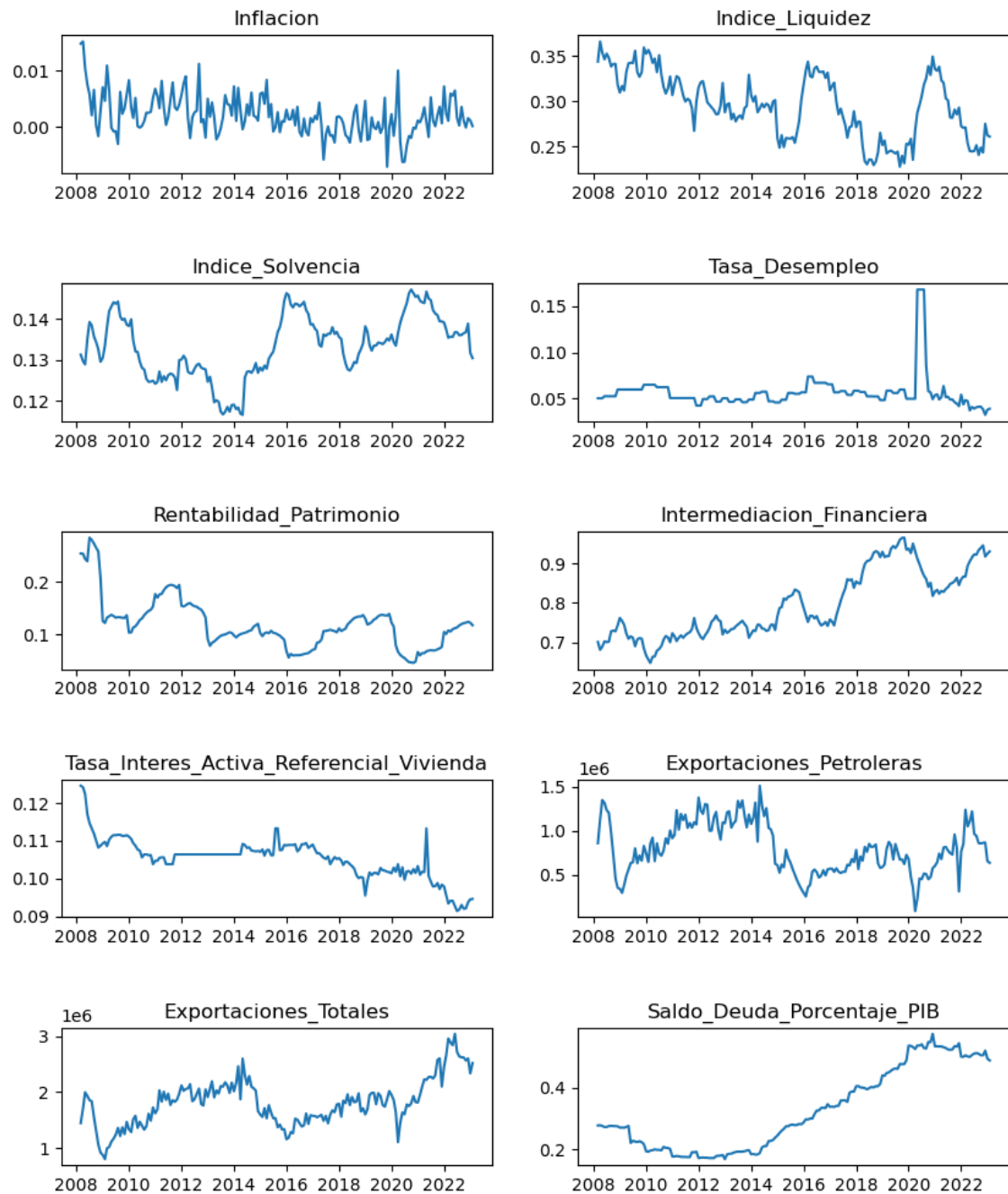


Figura 2. Comportamiento variables exógenas. Marzo 2008 – Febrero 2023
Fuente: Banco Central del Ecuador, Superintendencia de Bancos del Ecuador
Elaboración: Autor

10.4. Implementación de la metodología ARIMAX

10.4.1. Estacionariedad de las variables

A través de una prueba Dickey–Fuller ampliada se analiza la estacionariedad de las variables dependiente e independientes. De este modo, se evalúa la presencia de raíces unitarias, que impidan el adecuado modelado. En este

sentido, la tabla 3 presenta los p-valores asociados al test de estacionariedad para cada variable.

Tabla 3. Test Dickey–Fuller Ampliado para variables del modelo

Variable	Dickey–Fuller	p-valor
Morosidad	-3,4547	0,04859
Infl	-4,6639	0,01
Ind_Liq	-3,3555	0,06399
Ind_Solv	-2,4379	0,3932
T_Desemp	-3,4001	0,05656
ROE	-3,9572	0,01278
Int_Fin	-2,8112	0,2372
Int	-2,5445	0,3487
Exp_Pet	-2,9114	0,1953
Exp_Tot	-2,4418	0,3916
Saldo_PIB	-2,509	0,3635

Elaboración: Autor

Se debe considerar que en un test Dickey–Fuller se establecen las siguientes hipótesis:

H_0 : serie no estacionaria

H_a : serie estacionaria

De este modo, con base en los p-valores de la prueba, se puede observar que las variables Índice de liquidez, Índice de solvencia, Tasa de desempleo, Intermediación financiera, Tasa de interés activa, Exportaciones petroleras, Exportaciones totales, Saldo de deuda como porcentaje del PIB no son estacionarias. En este sentido, inicialmente, se descompone la serie temporal en sus tres componentes: tendencia, estacionalidad y residuos, con un modelo multiplicativo. Una vez eliminada la tendencia, las series son diferenciadas, con el fin de lograr estacionariedad. La Tabla 4 muestra los valores de la prueba Dickey–Fuller ampliada para las nuevas variables diferenciadas.

Tabla 4. Test Dickey–Fuller Ampliado para variables del modelo

Variable	Dickey–Fuller	p-valor
Ind_Liq_Dif	-5,3675	0,01
Ind_Solv_Dif	-5,2047	0,01
T_Desemp_Dif	-7,0585	0,01
Int_Fin_Dif	-5,2261	0,01
Int_Dif	-6,4117	0,01
Exp_Pet_Dif	-6,1567	0,01
Exp_Tot_Dif	-6,0907	0,01
Saldo_PIB_Dif	-4,282	0,01

Elaboración: Autor

Así, con base en los resultados de los test Dickey–Fuller ampliado, se puede visualizar que todas las variables –dependiente e independientes– presentan estacionariedad, condición necesaria para su modelación.

10.4.2. Causalidad de Granger

Con el fin de evaluar la dirección causal entre variables, se desarrolla un test de causalidad de Granger en sentido bidireccional. Como se ha señalado previamente, se busca las variables que cumplan la siguiente condición: $(x_t \rightarrow y_t) > (y_t \rightarrow x_t)$. Así, la Tabla 5 presenta los resultados del test de causalidad de Granger de las variables exógenas sobre la variable Tasa de Morosidad de los créditos de vivienda.

Tabla 5. Test de causalidad de Granger (v. exógena \rightarrow v. endógena)

Variables exógenas	Variable dependiente	p-valor
Infl	Morosidad	0,00003291 ***
Ind_Liq_Dif		0,007993 **
Ind_Solv_Dif		0,3261
T_Desemp_Dif		0,0001897 ***
ROE		0,6159
Int_Fin_Dif		0,02773 *
Int_Dif		0,3695
Exp_Pet_Dif		0,2219

Exp_Tot_Dif	0,1015
Saldo_PIB_Dif	0,3053

Elaboración: Autor

De este modo, se puede observar que las variables Inflación, índice de liquidez (diferenciada), tasa de desempleo (diferenciada) y tasa de intermediación financiera (diferenciada) causan a la manera de Granger a la variable Morosidad de los créditos de vivienda. Por otro lado, la Tabla 6 analiza la causalidad de Granger en sentido contrario, es decir, el efecto de la variable dependiente sobre las variables exógenas:

Tabla 6. Test de causalidad de Granger (v. endógena → v. exógena)

Variable dependiente	Variables exógenas	p-valor
Morosidad	Infl	0,03768 *
	Ind_Liq_Dif	0,1872
	Ind_Solv_Dif	0,7329
	T_Desemp_Dif	0,0524
	ROE	0,2683
	Int_Fin_Dif	0,02557 *
	Int_Dif	0,6459
	Exp_Pet_Dif	0,4167
	Exp_Tot_Dif	0,6259
	Saldo_PIB_Dif	0,09387

Elaboración: Autor

Como se puede visualizar, no existen valores estadísticamente significativos para la causalidad de Granger en esta dirección –o en su defecto, los valores son menores a los obtenidos previamente–. Consecuentemente, se consideran para el presente estudio las variables Inflación, índice de liquidez (diferenciada), tasa de desempleo (diferenciada) y tasa de intermediación financiera (diferenciada).

10.4.3. Análisis de correlación

Es necesario analizar la posible presencia de multicolinealidad entre las variables exógenas. Para ello, se realiza un análisis correlacional, cuyos resultados se exponen en la Figura 3.

De este modo, se puede observar que existe un alto valor de correlación entre las variables Exportaciones Petroleras y Exportaciones Totales. Conceptualmente, se entiende determinada colinealidad, debido a que la primera variable forma parte de la segunda, por tal razón, puede ser considerada como una combinación lineal. Sin embargo, como se ha señalado previamente, esta variable no será considerada en el estudio, puesto que no causa a la manera de Granger a la variable dependiente de interés. Con respecto a las otras variables no se evidencian altos valores de colinealidad.

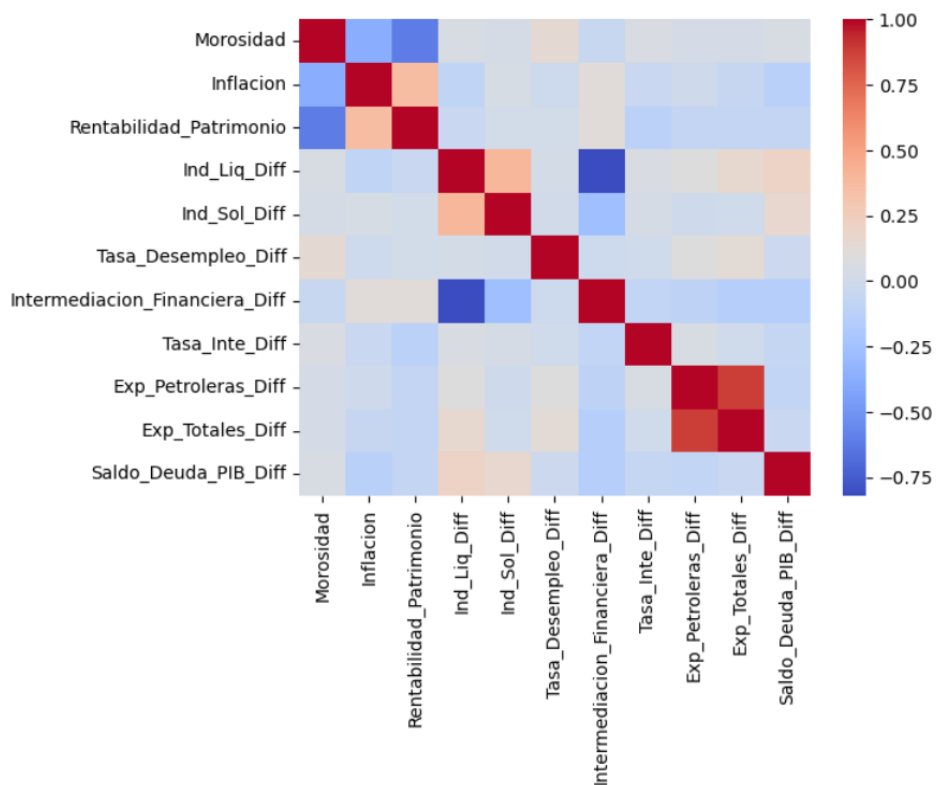


Figura 3. Test de correlación de variables

Fuente: Banco Central del Ecuador, Superintendencia de Bancos del Ecuador

Elaboración: Autor

10.4.4. Modelo de regresión lineal

Una vez han sido seleccionadas las variables independientes (inflación, índice de liquidez, tasa de desempleo y tasa de intermediación financiera), se realiza un modelo de regresión lineal múltiple. Para la construcción del modelo se incluyen, además, rezagos para cada una de las variables, con el fin de determinar el efecto, con un periodo de retardo o tiempo muerto, de la variable exógena sobre la serie asociada al índice de morosidad de los créditos de vivienda. Así, la Tabla 7 muestra los resultados del modelo de regresión lineal múltiple.

Tabla 7. Resultados del modelo de regresión

	Coeficiente	Error estándar	Valor del estadístico	p-valor
Intercepto	0.033550	0.000892	37.612	2,00E-16
Infl	-0.754128	0.216509	-3.483	0.000635
T_Desemp_Dif	0.154731	0.056757	2.726	0.007099
Infl(-3)	-0.862148	0.215344	-4.004	9.41e-05
Infl(-9)	-0.921012	0.201953	-4.561	9.91e-06

Elaboración: Autor

Los coeficientes presentados muestran significancia estadística al 99% de nivel de confianza. De este modo, se conservan únicamente las variables inflación, la tasa de desempleo –sin retardos y una diferencia no estacional–, y la inflación con tres y nueve retardos.

10.4.5. Modelado ARMA de residuos

Para el modelado de los residuos, se utilizan las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial, que se muestran en la Figura 4.

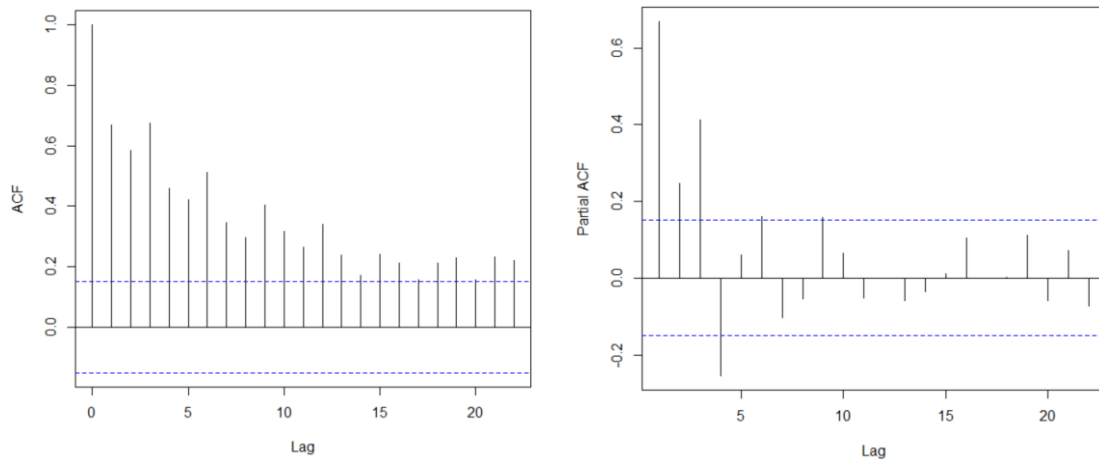


Figura 4. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial
Elaboración: Autor

Con base en las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial y utilizando el algoritmo autoarima, presente en los softwares estadísticos, se determina que los términos autorregresivos, así como los términos de media móvil son estadísticamente significativos, por lo que serán incorporados en el modelo final.

11. Resultados

La Tabla 8 muestra los resultados del modelo final. Luego de varias iteraciones, se ha incorporado los términos AR(1) y MA(3). Todos los coeficientes presentados son significativamente estadísticos al 99% de nivel de confianza.

Tabla 8. Resultados del modelo ARIMAX

	Coefficiente	Error estándar	Valor del estadístico	p-valor
Intercepto	0,0317177	0,000365	86,720	2,00E-16
Infl	-0,2627266	0,0913827	-2,875	0,0046
T_Desemp_Dif	0,1383727	0,0271884	5,089	1,02e-06
Infl(-3)	-0,6676788	0,0931722	-7,166	2,88e-11
Infl(-9)	-0,557838	0,086994	-6,412	1,60e-09
AR(1)	-0,333701	0,077392	-4,312	2,85e-05
MA(3)	1,423838	0,083214	17,111	2e-16

Elaboración: Autor

El modelo final puede ser expresado utilizando la notación de función de transferencia, señalada en secciones precedentes. De este modo, el modelo se escribe:

$$\begin{aligned} \text{Morosidad} = & 0,0317 - \frac{0,2627}{1 + 0,3337B} \text{Inflación}_t - \frac{0,6676}{1 + 0,3337B} \text{Inflación}_{t-3} \\ & - \frac{0,5578}{1 + 0,3337B} \text{Inflación}_{t-9} + \frac{0,1383}{1 + 0,3337B} \text{Desempleo}_t + \frac{1 - 1,42^3}{1 + 0,3337B} \end{aligned}$$

Así, se puede observar que, en el modelo desarrollado, las variables exógenas vinculadas a la inflación y a la tasa de desempleo son relevantes para explicar las variaciones en la tasa de morosidad hipotecaria. En particular, la tasa de desempleo actual está positivamente relacionada con la tasa de morosidad. De este modo, manteniendo el resto de factores constante, ante un incremento en el nivel de desempleo, la tasa de morosidad hipotecaria evidenciará un aumento.

El resultado está alineado a la evidencia empírica consultada, la cual señala que ante una reducción severa de los ingresos, provocada por la pérdida de empleo, se genera una mayor probabilidad de no cumplimiento con relación a las obligaciones financieras, en particular, las asociadas a los pagos del crédito hipotecario.

Con respecto al nivel de inflación, se revela un efecto negativo de la inflación actual, así como de los rezagos 3 y 9 de esta variable, sobre la tasa de morosidad, es decir, existen factores de retardo o de tiempo muerto, de 3 y 9 meses, previo a reflejarse el efecto de la variable exógena sobre la dependiente.

Como se había señalado, la evidencia empírica revela resultados ambiguos con respecto a la dirección de la incidencia. Una parte de la literatura determina una relación positiva basada en la reducción del poder adquisitivo del dinero, en contraste, una serie de estudios determinan un efecto inverso sobre la base de la apreciación de los activos. De este modo, el resultado obtenido está en consonancia con esta sección de la literatura.

Además, los hallazgos revelan que los elementos autorregresivos y de media móvil de la tasa de morosidad del crédito hipotecario son importantes para explicar su variabilidad futura. Específicamente, el componente autorregresivo asociado a la tasa de morosidad con un mes de rezago, es adecuado para predecir el comportamiento futuro de la variable. Todo ello es importante considerar en el proceso de toma de decisiones y diseño de políticas.

La R^2 – *ajustada* del modelo revela un porcentaje de explicabilidad de las variaciones en la variable dependiente de un 89,57%. En este sentido, en la Figura 5 se refleja el pronóstico del modelo final, lo que permite observar un ajuste relativamente adecuado de los valores pronosticados del modelo, en comparación de los valores efectivamente determinados durante el periodo temporal de análisis considerado.

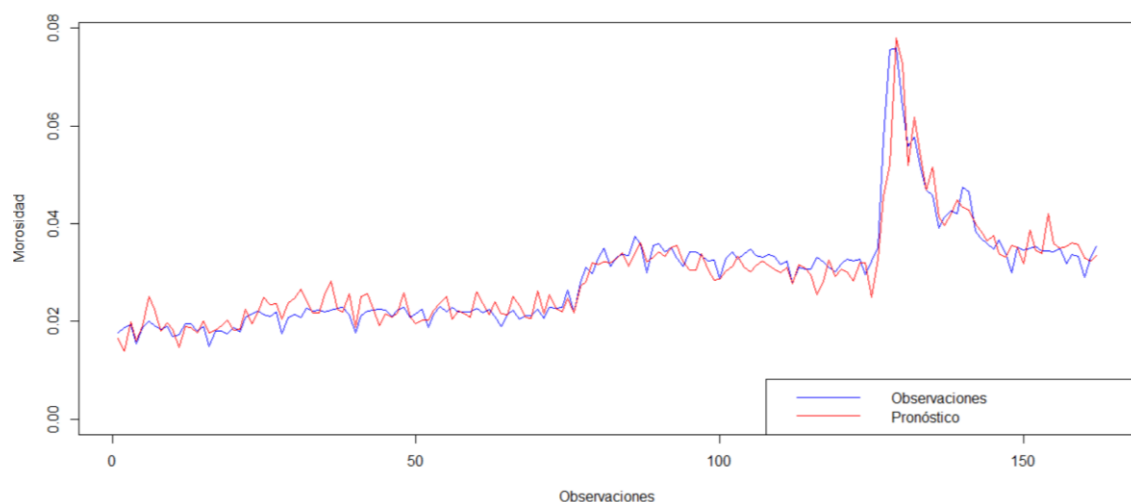


Figura 5. Variación tasa de morosidad hipotecaria y predicción del modelo
Elaboración: Autor

12. Discusión de los resultados y propuestas de solución

Los resultados del presente análisis son importantes para el diseño de políticas públicas y privadas de reducción del riesgo de crédito hipotecario. En efecto, los hallazgos evidencian que las variaciones en la tasa de morosidad de los créditos de vivienda están influenciadas por externalidades asociadas a condiciones de estabilidad macroeconómica, como la tasa de desempleo y la inflación, así como

al comportamiento pasado de la misma variable. Todo ello conduce a la necesidad de configurar –sobre estas variables– modificaciones y alternativas de política pública y empresarial, orientadas a la optimización de los niveles de ejecución hipotecaria (Bradley, Cutts, y Liu, 2015).

Evidentemente, los altos niveles de morosidad hipotecaria pueden determinar distorsiones negativas significativas en el sistema financiero y económico. Sin embargo, si bien el objetivo fundamental de la política debería enfocarse en reducir o evitar niveles alarmantes de impagos de hipotecas, imponer elevadas restricciones al conjunto de créditos hipotecarios probablemente no resolvería el problema de los incumplimientos hipotecarios (Gerardi, Goette, y Meier, 2013). Por el contrario, aquello generaría procesos recesivos de la economía, perjudicando aún más, las condiciones de empleo e inflación.

Así, las políticas macroprudenciales enfocadas a generar estabilidad económica y mejores condiciones socioeconómicas deben ser las principales medidas a implementarse (Ding, Huang, Jin, y Lam, 2017). Como se ha podido observar, el desempleo incide negativamente sobre el estrés hipotecario. En este sentido, un elemento fundamental para reducir las tasas de morosidad hipotecaria está estrechamente relacionado con el desarrollo de políticas públicas que promuevan el empleo y determinen mayores ingresos (Gerardi, Herkenhoff, Ohanian, y Willen, 2013). Si bien se podría señalar, de manera general, que estas políticas están vinculadas al desarrollo permanente de proyectos de inversión pública y privada, nacional e internacional, el diseño específico de estas medidas es tan complejo que escapa a los límites considerados para el presente estudio.

No obstante, desde el sistema financiero se pueden configurar acciones convergentes que complementen las políticas macroeconómicas desarrolladas. Específicamente, en condiciones de desempleo estructural o cíclico, el sistema bancario privado podría brindar planes de refinanciamiento de los créditos hipotecarios, a tasas de interés más bajas o con una ampliación de los plazos inicialmente fijados. Esto puede ayudar a reestructurar cualquier deuda vencida

en un plazo razonable. Paralelamente, se podrían considerar, con el adecuado análisis previo, breves periodos de tiempo donde los titulares de créditos puedan posponer temporalmente el pago de las cuotas. Todo ello generaría alivio financiero a los agentes económicos, determinando significativas reducciones de las tasas de morosidad, en contextos económicos de altas tasas de desempleo.

Estas medidas –planes de refinanciamiento de deudas, ampliación de los plazos, etc. – son extensibles a un entorno macroeconómico de altos niveles de inflación. Sin embargo, se debe señalar que la inflación viene determinada por varios factores, como el incremento de la base monetaria, las expectativas de los agentes económicos, las fluctuaciones de los mercados internacionales, entre otros (Karanassou, y Sala, 2010). Así, únicamente el desarrollo de una política monetaria y fiscal sólida y estable logrará mantener los niveles de inflación dentro de estándares razonables, que permitan un comportamiento adecuado de las variables económicas y financieras que se relacionan y dependen de ella.

Uno de los elementos importantes necesarios para formular políticas empresariales claras, orientadas a la reducción de las tasas de morosidad hipotecaria, está asociado a la disponibilidad de datos e información completa y precisa. En este sentido, se deben mejorar los procesos de recopilación, depuración y análisis de datos. Además, se debe ampliar la cobertura e incluir información adicional, como las características individuales de los titulares de crédito con riesgo de pago, o la propensión de los propietarios de las viviendas a refinanciar las deudas (Berry, Dalton, y Nelson, 2009).

A partir de esta información se pueden desarrollar, por un lado, estudios y análisis técnicos adaptados al contexto nacional, que permitan configurar acciones específicas para cada grupo social, de acuerdo a sus condiciones socioeconómicas. Por otro lado, si bien se ha señalado que imponer medidas altamente restrictivas sobre los créditos sería contraproducente, al generar mecanismos de contracción de la economía, es fundamental mejorar los modelos de *credit scoring* mediante el uso de información actualizada. Con ello, se prioriza la identificación de los clientes que tienen un mayor riesgo de

morosidad. Para estos fines, los procesos de recopilación, limpieza y análisis de datos deben mejorar significativamente. El uso de herramientas como el *machine learning*, la minería de datos y la inteligencia artificial son imprescindibles en este punto. De este modo, se conseguirá una adecuada gestión y manejo del crédito no solo hipotecario, sino de todas las carteras de crédito.

Finalmente, varios comportamientos financieros ineficientes o subóptimos con respecto a inversiones, niveles de ahorro o endeudamiento, pueden estar asociados a una escasa educación financiera por parte de los agentes económicos (Bhargava, y Loewenstein, 2015; Gerardi et al., 2013; Hastings, Madrian, y Skimmyhorn, 2013; Huynh, 2023; Waldron, y Redmond, 2016). De este modo, desde el sistema de bancos privados nacionales, en alianza estratégica con el sector público, se podrían desarrollar programas de educación o alfabetización financiera y asesoramiento en acceso, planificación y ejecución responsable de los créditos. Esta estrategia no debe limitarse únicamente a los agentes en mora o en condiciones de sobreendeudamiento, sino que deben ampliarse a todas las personas dentro y fuera del sistema financiero

A la vez, estos programas deben incluir asesoría financiera y campañas de publicidad acerca de los periodos de tiempo más adecuados para generar una deuda hipotecaria. Aquello de acuerdo a las condiciones macroeconómicas y las fluctuaciones financieras correspondientes sean favorables en función de periodos de expansión económica. En contraste, se debe generar elementos de orientación a clientes cuando las condiciones para obtener y ejecutar un crédito no sean las apropiadas. De este modo, el cliente tendrá conocimiento de las dificultades que implicará la ejecución responsable de un crédito de vivienda. Todo ello incidiría positivamente sobre la reducción de las tasas de morosidad de los créditos hipotecarios.

13. Conclusiones y recomendaciones

Para evaluar la relación entre las tasas de morosidad de los créditos hipotecarios y una serie de factores asociados al entorno macroeconómico y al sistema bancario, se estimó un modelo ARIMAX de series de tiempo con variables

exógenas. Los resultados evidencian que la inflación actual, la inflación con rezago de tres y nueve meses, la tasa de desempleo actual, y el comportamiento pasado de la variable dependiente son relevantes para predecir la tasa de morosidad hipotecaria.

Si bien el resto de variables incluidas en el modelo –que han sido determinadas como relevantes por una serie de estudios previos– no han resultado estadísticamente significativas, los resultados encontrados son consistentes con la literatura económica y la evidencia empírica revisada. Evidentemente, una reducción crítica de los ingresos –vinculada a la pérdida de empleo–, y los problemas que se desprenden de las variaciones abruptas de las tasas de inflación, generaría severos problemas entre los agentes económicos para afrontar las obligaciones financieras que se desprenden de un crédito hipotecario.

Ciertamente, el crédito hipotecario es un elemento fundamental en la economía de un país, puesto que permite a las personas acceder a una vivienda propia, mejorando la calidad de vida, fomentando la construcción de viviendas –con el aumento de la oferta de empleo relacionado a su consecución– e impulsando el mercado de la compra y venta inmobiliaria. De este modo, es fundamental entender los mecanismos de acción entre el entorno económico y financiero y las tasas de morosidad hipotecaria, que permiten delinear las acciones específicas que alienten un crédito en condiciones adecuadas, eficiente y óptimas.

Sin embargo, en este sentido, es preciso señalar que los resultados obtenidos están contextualizados al sistema bancario privado ecuatoriano. Así, si bien los resultados pueden constituirse como una referencia conceptual, su extrapolación a otras economías o sistemas financieros internacionales requerirá análisis adicionales y la inclusión de datos asociados a determinada economía. Los análisis y acciones posteriores depende del contexto particular de estudio, no se deben fundamentar exclusivamente las decisiones en análisis externos o, peor aún, en suposiciones no verificadas. Es evidente que un proceso de toma de

decisiones adecuado debe estar fundamentado en información completa y actualizada, así como en análisis específicos, completos y verificados.

Para complementar la comprensión del efecto del entorno macroeconómico y financiero sobre las tasas de morosidad hipotecaria se recomienda la utilización en enfoques de series temporales adicionales, como los modelos de cointegración y de vectores autorregresivos (VAR). Adicionalmente, se pueden desarrollar modelos econométricos a partir de datos individual, como la regresión logística, para determinar las características personales de las personas en riesgo de crédito. Todo ello, permitirá conseguir un enfoque integral de entendimiento sobre el riesgo crediticio asociado a los préstamos hipotecarios.

Finalmente, los hallazgos encontrados son fundamentales para la configuración, diseño e implementación de políticas públicas y privadas, enfocadas. Como se ha señalado, el segmento de crédito hipotecario es sumamente importante para el incremento positivo de las condiciones de vida de las personas, así como para el bienestar económico nacional. Por ello, se deben generar los instrumentos y mecanismos adecuados para alentarlos, dentro de condiciones eficientes. Así, los encargados de las formulaciones de política pública y privada deben tomar acciones necesarias para generar un sistema de crédito apropiado, que se constituya como pieza fundamental para lograr una sociedad con mejores condiciones económicas y sociales.

14. Bibliografía

- Abd, H., Essa, A., y Jassim, F. (2021). Analyzing the Relationship between the Dow Jones Index and Oil Prices Using the ARIMAX Model. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(2), 465–473, <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.2.14080>.
- Abdul Adzis, A., Lim, H., Yeok, S., y Saha, A. (2021), Malaysian residential mortgage loan default: a micro-level analysis, *Review of Behavioral Finance*, 13(5), 663–681. <https://doi.org/10.1108/RBF-03-2020-0047>.
- Adu, W., Appiahene, P., y Afrifa, S. (2023). VAR, ARIMAX and ARIMA models for nowcasting unemployment rate in Ghana using Google trends. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 10(12), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s43067-023-00078-1>.
- Andrews, B., Dean, M., Swain, R., y Cole, C. (2013). Building ARIMA and ARIMAX Models for Predicting Long-Term Disability Benefit Application Rates in the Public/Private Sectors. Society of Actuaries Health Section.
- Anggraeni, W., Andri, K., Sumaryanto, y Mahananto, F. (2017). The Performance of ARIMAX Model and Vector Autoregressive (VAR) Model in Forecasting Strategic Commodity Price in Indonesia. *Procedia Computer Science*, 124, 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.146>.
- Atanasijević, J., y Božović, M. (2016). Exchange Rate as a Determinant of Corporate Loan Defaults in a Euroized Economy: Evidence from Micro-Level Data. *Eastern European Economics*, 54(3), 228–250. <https://doi.org/10.1080/00128775.2015.1137198>.
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Estadísticas económicas*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/116-estad%C3%ADsticas-econ%C3%B3micas>.
- Berge, T., y Boye, K. (2007). An analysis of bank's problem loans. Norges Bank Economic Bulletin, 78(2), 65–76.
- Berry, M., Dalton, T., y Nelson, A. (2009). Mortgage default in Australia: nature, causes and social and economic impacts. *Australian Housing and Urban Research Institute Positioning Paper*, 114(1).

- Bhargava, S., y Loewenstein, G. (2015). Behavioral Economics and Public Policy 102: Beyond Nudging. *American Economic Review*, 105(5), 396–401. <https://dx.doi.org/10.1257/aer.p20151049>.
- Blanco, R., y Gimeno, R. (2012). Determinants of Default Ratios in the Segment of Loans to Households in Spain. *Banco de España Documentos de Trabajo* 1210(1). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2007059>.
- Bradley, M., Cutts, A., y Liu, W. (2015). Strategic Mortgage Default: The Effect of Neighborhood Factors. *Real Estate Economics*, 43(2), 271–299. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.12081>.
- Buncic, D., y Melecky, M. (2013). Macroprudential stress testing of credit risk: A practical approach for policy makers. *Journal of Financial Stability*, 9(3), 347–370. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2012.11.003>.
- Byrne, D., Kelly, R., y O'Toole, C. (2022). How Does Monetary Policy Pass-Through Affect Mortgage Default? Evidence from the Irish Mortgage Market. *Journal of Money, Credit and Banking*, 54(1), 2081–2101. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12892>.
- Chen, S., Guo, Z., y Zhao, X. (2020). Predicting Mortgage Early Delinquency with Machine Learning Methods. *European Journal of Operational Research* 290(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.07.058>.
- Chiu, L., Arcega Rustia, D., Lu, C., y Lin, T. (2019). Modelling and Forecasting of Greenhouse Whitefly Incidence Using Time-Series and ARIMAX Analysis. *IFAC-PapersOnLine*, 52(30), 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.521>.
- Demyanyk, Y., y Van Hemert, O. (2011). Understanding the subprime mortgage crisis. *The Review of Financial Studies*, 24(6), 1848–1880. <https://doi.org/10.2307/20869292>.
- Demirguc-Kunt, A., y Detragiache, E. (1998). The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries. *Staff Papers - International Monetary Fund*, 45(1), 81–109. <https://doi.org/10.2307/3867330>.
- Deng, Y., Quigley, J., y Van Order, R. (2000). Mortgage terminations, heterogeneity and the exercise of mortgage options. *Econometrica*, 68(2), 275–307. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00110>.

- Ding, D., Huang, X. Jin, T., y Lam, W. (2017). The Residential Real Estate Market in China: Assessment and Policy Implications. *Annals of Economics and Finance*, 18(2). 411 – 442.
- Fadare, S. (2011). Banking Sector Liquidity and Financial Crisis in Nigeria. *International Journal of Economics and Finance*, 3(5), 3–11. <https://doi.org/10.5539/ijef.v3n5p3>.
- Fan, J., Shan, R., Cao, X., y Li, P. (2009). The Analysis to Tertiary-industry with ARIMAX Model. *Journal of Mathematics Research*, 1(2), 156–163. <https://doi.org/10.5539/jmr.v1n2p156>.
- Garcia Thomazi, J. (2022). *Modelagem da Probabilidade de Default com uso de Séries Temporais* [Tesis de maestría]. Universidad de Brasilia.
- Gerardi, K., Goette, L., y Meier, S. (2013). Numerical ability predicts mortgage default. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(28), 11267–11271. <https://doi.org/10.1073/pnas.1220568110>.
- Gerardi, K., Herkenhoff, K., Ohanian, L., y Willen, P. (2013). Unemployment, Negative Equity, and Strategic Default. *Workin Paper Series 2013-4*.
- González, C. (2017). *Stress testing de la morosidad del crédito de consumo en el sistema financiero ecuatoriano*. [Tesis de pregrado]. Escuela Politécnica Nacional.
- Greenwald, D. (2016). The Mortgage Credit Channel of Macroeconomic Transmission. *MIT Sloan Research Paper 5184-16*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2735491>.
- Hastings, J., Madrian, B., y Skimmyhorn, W. (2013). Financial Literacy, Financial Education, and Economic Outcomes. *Annual Review of Economics*, 5(1), 347–373. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-082312-125807>.
- Huynh, T. (2023). Financial Literacy and Mortgage Payment Delinquency. *Jena Economics Research Papers 2023–007*, 1–31.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2023). *Índice de Precios al Consumidor (IPC)*. Marzo 2023. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2023/Marzo/01%20ipc%20Presentacion_IPC_mar2023.pdf.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo. Indicadores laborales. Marzo 2018*.

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Marzo-2018/032018_Presentacion_M_Laboral.pdf.

- Intihar, M., Kramberger, T., y Dragan, D. (2017). Container Throughput Forecasting Using Dynamic Factor Analysis and ARIMAX Model. *PROMET – Traffic & Transportation*, 29(5), 529–542. <https://doi.org/10.7307/ptt.v29i5.2334>.
- Jain, P., y Kamp, L. (2010). Inflation and Default Dynamics. *Business Economics*, 45(3), 174–186. <https://doi.org/10.1057/be.2010.16>.
- Jalalkamali, A., Moradi, M., y Moradi, N. (2014). Application of several artificial intelligence models and ARIMAX model for forecasting drought using the Standardized Precipitation Index. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(4), 1201–1210. <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0717-6>.
- Jiménez, G., Ongena, S., Peydró, J., y Saurina, J. (2014). Hazardous times for monetary policy: what do twenty-three million bank loans say about the effects of monetary policy on credit risk-taking? *Econometrica*, 82(2), 463–505. <https://doi.org/10.3982/ecta10104>.
- Kadiyala, A., y Kumar, A. (2014). Multivariate time series models for prediction of air quality inside a public transportation bus using available software. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 33(2), 337–341. <https://doi.org/10.1002/ep.11959>.
- Karanassou, M., y Sala, H. (2010). The US inflation–unemployment trade-off revisited: New evidence for policy-making. *Journal of Policy Modeling*, 32(6), 758–777. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2010.08.004>.
- Koopman, S., y Lucas, A. (2005). Business and default cycles for credit risk. *Journal of Applied Econometrics*, 20(2), 311–323. <https://doi.org/10.1002/jae.833>.
- Korkmaz, S. (2015). Impact of Bank Credits on Economic Growth and Inflation. *Journal of Applied Finance & Banking*, 5(1), 57–69.
- Linn, A., y Lyons, R. (2019). Three Triggers? Negative Equity, Income Shocks and Institutions as Determinants of Mortgage Default. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 61(1), 549–575. <https://doi.org/10.1007/s11146-019-09711-1>.

- Louzis, D., Vouldis, A., y Metaxas, V. (2012). Macroeconomic and bank-specific determinants of non-performing loans in Greece: A comparative study of mortgage, business and consumer loan portfolios. *Journal of Banking & Finance*, 36(4), 1012–1027. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.10.012>.
- Moroke, N. (2015). Box-Jenkins transfer function framework applied to saving-investment nexus in the South African context. *Journal of Governance and Regulation*, 4(1), 63–77. https://doi.org/10.22495/jgr_v4_i4_p7.
- Nigmonov, A., Shams, S., y Alam, K. (2022). Macroeconomic determinants of loan defaults: Evidence from the U.S. peer-to-peer lending market. *Research in International Business and Finance*, 59(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101516>.
- O'Toole, C., y Slaymaker, R. (2021). Repayment capacity, debt service ratios and mortgage default: An exploration in crisis and non-crisis periods. *Journal of Banking & Finance*, 133(1). <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106271>.
- Owusu-Manu, D., Asiedu, R., Edwards, D., Donkor-Hyiaman, K., Abuntori, P., y El-Gohary, H. (2019). An assessment of mortgage loan default propensity in Ghana. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(5), 985–1017. <https://doi.org/10.1108/JEDT-01-2019-0016>.
- Paunovic, I. (2005). Sostenibilidad de la deuda pública en los países norteros de América Latina. *Revista de la CEPAL*, 87(1), 97–114.
- Pennington-Cross, A., y Chomsisengphet, S. (2007). Subprime refinancing: equity extraction and mortgage termination. *Real Estate Economics*, 35(2), 233–263. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2007.00189.x>.
- Perotti, R. (1996). Fiscal consolidation in Europe: composition matters. *American Economic Review* 86(1), 105–110.
- Quercia, R., Pennington-Cross, A., y Tian, C. Y. (2014). Differential Impacts of Structural and Cyclical Unemployment on Mortgage Default and Prepayment. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 53(3), 346–367. <https://doi.org/10.1007/s11146-014-9461-4>.
- Salas, V., y Saurina, J. (2002). Credit Risk in Two Institutional Regimes: Spanish Commercial and Savings Banks. *Journal of Financial Services Research* 22(3), 203–224. <https://doi.org/10.1023/A:1019781109676>.

- Sathye, M., Bartle, J., Vincent, M., y Boffey, R. (2003). *Credit Analysis and Lending Management*. John Wiley & Sons.
- Simons, D., y Rolwes, F. (2009). Macroeconomic Default Modeling and Stress Testing. *International Journal of Central Banking* 5(3), 177–204.
- Superintendencia de Bancos del Ecuador. (2018). *Morosidad de cartera*. https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/01/morosidad_de_cartera.pdf.
- Superintendencia de Bancos del Ecuador. (2018). *Índice de vulnerabilidad financiera*. https://www.superbancos.gob.ec/estadisticas/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/06/indice_vulnerabilidad_2018.pdf.
- Theong, M., Osman, A., y Yap, S. (2018). Household indebtedness: How global and domestic macro-economic factors influence credit card debt default in Malaysia. *Institutions and Economies*, 10(3). 37–56.
- Tian, C., Quercia, R., y Riley, S. (2015). Unemployment as an Adverse Trigger Event for Mortgage Default. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 52(1), 28–49. <https://doi.org/10.1007/s11146-015-9501-8>.
- Tracey, M. (2007). A VAR Analysis of the Effects of Macroeconomic Shocks on Banking Sector Loan Quality in Jamaica. *Draft* 1(1), 1–38.
- Vazquez, F., Tabak, B., y Souto, M. (2012). A macro stress test model of credit risk for the Brazilian banking sector. *Journal of Financial Stability*, 8(2), 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2011.05.002>.
- Waldron, R., y Redmond, D. (2016). “We’re just existing, not living!” Mortgage stress and the concealed costs of coping with crisis. *Housing Studies*, 32(5), 584–612. <https://doi.org/10.1080/02673037.2016.1224323>.
- Wang, H., Yao, R., Hou, L., Zhao, J., y Zhao, X. (2021). A Methodology for Calculating the Contribution of Exogenous Variables to ARIMAX Predictions. *Proceedings of the Canadian Conference on Artificial Intelligence*, 1–12. <https://doi.org/10.21428/594757db.2c2969c0>.
- Yüksel, S. y Kavak, P. (2019). ¿Do Financial Investment Decisions Affect Economic Development? An Analysis on Mortgage Loans in Turkey. En H. Dinçer y S. Yüksel (Eds.), *Handbook of Research on Global Issues in*

Financial Communication and Investment Decision Making (pp. 168–191).
IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9265-5.ch009>.