



# Pronóstico de ingresos tributarios municipales mediante modelos SARIMA: Evidencia del cantón Milagro, Ecuador

Forecasting subnational tax revenue with SARIMA models: The case of Milagro canton, Ecuador

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20400158>

## AUTORES:

**Vásquez Benavidez Mario Fabrisio**

Universidad Estatal de Milagro

0009-0000-8272-1343

[mvasquezb@unemi.edu.ec](mailto:mvasquezb@unemi.edu.ec)

**Oviedo Carpio Stinly Elizabeth**

Universidad Estatal de Milagro

0009-0004-7611-2436

[soviedoc2@unemi.edu.ec](mailto:soviedoc2@unemi.edu.ec)

**Espinoza Espinoza Fernando Gregorio**

Universidad Técnica de Babahoyo

0000-0002-7854-8389

[fespinoza@utb.edu.ec](mailto:fespinoza@utb.edu.ec)

**Coello Freire Gustavo Oswaldo**

Universidad Estatal de Milagro

0000-0001-9358-2887

[juniorcoello@gmail.com](mailto:juniorcoello@gmail.com)

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [mvasquezb@unemi.edu.ec](mailto:mvasquezb@unemi.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 02 / 07 / 2025

**Fecha de aceptación:** 29 / 09 / 2025

## RESUMEN

El desarrollo económico de los gobiernos locales depende en gran medida de su capacidad para generar ingresos propios, entre los cuales la recaudación tributaria es fundamental. Este estudio analiza la recaudación tributaria del cantón Milagro (provincia del Guayas, Ecuador) durante 2017–2024 y aplica un modelo SARIMA para pronosticar los ingresos de 2025. Se

empleó un modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1,12) con transformación de Box-Cox, tras verificar la estacionalidad y estacionariedad de la serie temporal. La selección del modelo se basó en criterios AIC y BIC, y se validó su adecuación mediante pruebas de diagnóstico de residuos. El modelo final demostró un ajuste sólido ( $AIC = 394.685$ ) y residuos aproximadamente normales sin autocorrelación significativa, con un error porcentual medio absoluto de 11.5% en un conjunto de validación (últimos 12 meses de la muestra). El pronóstico obtenido proyecta una recaudación total de \$32.67 millones para 2025, lo que supone un crecimiento del ~12% respecto a 2024 y una recuperación cercana a los picos históricos de 2022. Estos hallazgos brindan una herramienta cuantitativa para mejorar la planificación fiscal local, anticipando tendencias estacionales y facilitando la toma de decisiones informada. Se discuten además las implicaciones prácticas para la gestión tributaria municipal y se proponen líneas futuras de investigación incorporando variables macroeconómicas y enfoques econométricos complementarios.

**Palabras clave:** *Recaudación tributaria; Series temporales; Pronóstico; SARIMA; Cantón Milagro.*

## ABSTRACT

The economic development of local governments is closely tied to their ability to generate own revenues, among which tax collection is paramount. This study examines the tax revenue of Milagro canton (Guayas province, Ecuador) from 2017–2024 and applies a SARIMA model to forecast revenues for 2025. A multiplicative SARIMA (0,1,1)(0,1,1,12) model with Box-Cox transformation was used after verifying the time series' seasonality and stationarity. Model selection was based on AIC and BIC criteria, and its adequacy was validated through residual diagnostic tests. The final model demonstrated a strong fit ( $AIC = 394.685$ ) with approximately normal, uncorrelated residuals, yielding a mean absolute percentage error of 11.5% on a validation set (the last 12 months of the sample). The forecast projects total tax revenues of \$32.67 million for 2025, representing ~12% growth compared to 2024 and a recovery nearing the historical peaks of 2022. These findings provide a quantitative tool to improve local fiscal planning by anticipating seasonal trends and enabling informed decision-

making. The practical implications for municipal tax management are discussed, and future research avenues are suggested, including the incorporation of macroeconomic variables and complementary econometric approaches.

**Keywords:** *Tax revenue; Time series; Forecast; SARIMA; Milagro (Ecuador).*

## INTRODUCCIÓN

La planificación financiera eficaz en el ámbito municipal requiere estimaciones confiables de los ingresos tributarios futuros, dado que estos constituyen una proporción significativa de los recursos locales para financiar obras y servicios. En este contexto, el cantón Milagro, ubicado en la provincia del Guayas, Ecuador, desempeña un rol relevante en el dinamismo fiscal de la región. Entre 2017 y 2024, la recaudación tributaria mensual de Milagro mostró variaciones sustanciales influenciadas por factores económicos nacionales y dinámicas productivas locales. En promedio, el cantón recaudó alrededor de \$2.1 millones mensuales, con meses pico que superaron los \$4.1 millones y mínimos en torno a \$0.93 millones (Servicio de Rentas Internas [SRI], 2024). Este comportamiento variable incluye incrementos excepcionales durante 2022–2023, cuando la recaudación prácticamente se duplicó respecto a años previos, atribuyéndose principalmente a una contribución temporal del 0.8% establecida por ley para empresas con altos patrimonios, junto con la reactivación económica pospandemia y la presencia de patrones estacionales asociados a la estructura productiva local (Primicias, 2023). Estas fluctuaciones evidencian la necesidad de comprender la dinámica subyacente de la recaudación y anticipar sus tendencias futuras mediante herramientas de pronóstico rigurosas.

El propósito de la presente investigación es ofrecer al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Milagro una herramienta econométrica sólida que mejore su planificación financiera a partir del análisis del comportamiento histórico de la recaudación tributaria. En años recientes, la participación de los ingresos tributarios ha representado más del 60% del total de ingresos propios municipales (Ponce & Carrera, 2022), por lo que resulta imperativo establecer un mecanismo confiable de proyección que permita estimar con anticipación los

recursos disponibles. Este estudio se inscribe dentro del campo de la economía pública local, considerando el marco teórico de las finanzas públicas subnacionales (Musgrave & Musgrave, 1989) y la teoría económica que vincula los ingresos fiscales con el ciclo económico. Metodológicamente, el trabajo aplica técnicas de econometría de series de tiempo (Box et al., 2008) para identificar patrones sistemáticos y proyectar valores futuros con precisión. De esta forma, la investigación contribuye al análisis académico de la recaudación fiscal municipal y, simultáneamente, ofrece insumos prácticos para fortalecer la toma de decisiones en la gestión tributaria del cantón Milagro, en línea con las buenas prácticas recomendadas por organismos internacionales en materia de transparencia y gestión fiscal (FMI, 2022; OCDE, 2019).

## **METODOLOGÍA**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, basado en el análisis econométrico de datos históricos mediante técnicas estadísticas de series temporales. La unidad de análisis corresponde a la recaudación tributaria mensual del cantón Milagro en el período 2017–2024, la cual comprende 96 observaciones mensuales obtenidas del portal de datos abiertos del Servicio de Rentas Internas (SRI) de Ecuador. Esta fuente oficial asegura la confiabilidad y veracidad de la información recopilada. Previo al análisis, se realizó un proceso de limpieza y estructuración de los datos para garantizar su integridad y consistencia, confirmando la ausencia de valores atípicos o datos faltantes significativos.

Para identificar la estructura de la serie temporal, se efectuó un análisis exploratorio inicial, incluyendo la visualización de la evolución mensual de la recaudación y una descomposición clásica de la serie en sus componentes de tendencia, estacionalidad y residuo.

Mediante esta inspección se identificaron patrones cíclicos recurrentes con periodicidad anual, coherentes con la dinámica productiva local (Primicias, 2023). Posteriormente, se aplicó la prueba de Dickey-Fuller aumentada para evaluar la presencia de raíz unitaria. Los resultados evidenciaron que la serie no es estacionaria en nivel; sin embargo, al aplicar una diferenciación regular de primer orden ( $d = 1$ ) y un ajuste periódico con frecuencia anual (D

= 1), se logró estabilizar su comportamiento. Este procedimiento permitió eliminar la tendencia y el componente cíclico, dejando la serie en condiciones apropiadas para el modelado ARIMA.

Con la serie temporal diferenciada, se procedió a la identificación de un modelo SARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average *seasonal*) adecuado. Se examinaron los correlogramas de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) para determinar posibles órdenes autorregresivos y de medias móviles, tanto en la parte no estacional como en la estacional. Sobre la base de estas funciones y de iteraciones preliminares, se consideraron varios modelos candidatos. La selección del modelo óptimo se realizó comparando los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) de cada especificación propuesta, privilegiando aquel con los valores más bajos de estos criterios y con parámetros estadísticamente significativos.

A continuación, se presentan los resultados comparativos entre las distintas configuraciones de modelos SARIMA evaluadas, con base en los valores de AIC y BIC:

**Tabla 1:**  
*Comparación de modelos SARIMA según AIC y BIC*

N°	Orden (p,d,q)	Orden estacional (P,D,Q,12)	AIC	BIC
1	(0, 1, 1)	(0, 1, 1, 12)	1647.47	1653.60
2	(0, 1, 1)	(1, 1, 1, 12)	1648.68	1656.85
3	(1, 1, 1)	(0, 1, 1, 12)	1649.39	1657.56
4	(1, 1, 1)	(1, 1, 1, 12)	1650.66	1660.87
5	(1, 1, 0)	(0, 1, 1, 12)	1676.47	1682.65
6	(1, 1, 0)	(1, 1, 0, 12)	1685.85	1692.03

**Nota:** La selección del modelo se basa en los criterios de información AIC y BIC; valores menores indican un mejor equilibrio entre ajuste y parsimonia. Elaboración: autores.

El modelo SARIMA seleccionado fue (0,1,1) (0,1,1,12) el cual incorpora un término MA (Media Móvil) de orden 1 tanto en la componente regular como en la estacional, con diferenciación de primer orden en ambas componentes. Adicionalmente, para estabilizar la

varianza de la serie y mejorar el ajuste, se aplicó una transformación de Box-Cox al valor recaudado antes de la estimación del modelo. Matemáticamente, un modelo SARIMA multiplicativo se expresa como:

$$\Phi_P(B^s) \phi_p(B) (1 - B)^d (1 - B^s)^D Y_t = \theta_Q(B^s) \theta_q(B) \varepsilon_t,$$

donde B es el operador de rezago; p, d, q son los órdenes autorregresivos, integrado y de media móvil no estacionales; P, D, Q corresponden a los órdenes de los componentes estacionales; s representa la periodicidad estacional (12 meses en este caso); y  $\varepsilon_t$  es el término de error aleatorio (ruido blanco). Tras la estimación, el modelo final ajustado con sus coeficientes quedó expresado por la siguiente ecuación de diferencias:

$$(1 - B)(1 - B^{12})Y_t = (1 - 0.5239B)(1 - 0.8470B^{12})\varepsilon_t,$$

que al expandirse equivale a:

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t + 0.5239 \varepsilon_{t-1} + 0.8470 \varepsilon_{t-12} + 0.4439 \varepsilon_{t-13},$$

Donde los coeficientes 0.5239 y 0.8470 corresponden a los efectos MA de corto plazo y estacional, respectivamente, y su producto ( $0.5239 \times 0.8470 = 0.4439$ ) aparece como interacción de errores rezagados a 1 y 12 meses. Este modelo indica, en términos econométricos, que la mejor predicción para el ingreso en un mes dado  $Y_t$  es la suma del ingreso del mes anterior ( $Y_{t-1}$ ), más el del mismo mes del año anterior ( $Y_{t-12}$ ), menos el ingreso de 13 meses atrás ( $Y_{t-13}$ , ajuste por la doble diferenciación), más un término de error aleatorio y correcciones basadas en los errores rezagados. basadas en los errores de los periodos inmediatamente anterior, estacional anterior, e interacción de ambos.

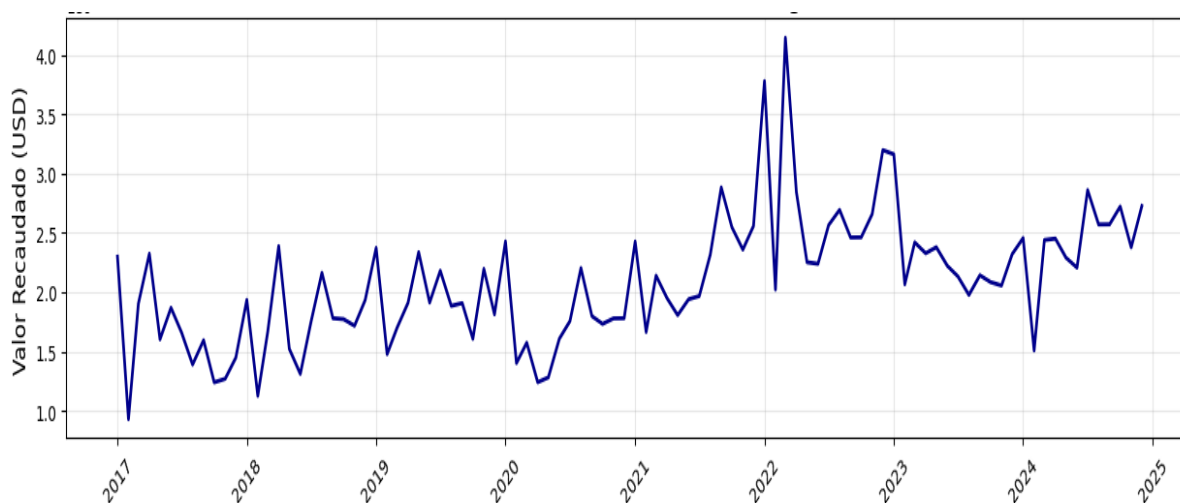
Una vez estimado el modelo, se verificó su validez mediante un análisis exhaustivo de los residuos. Se comprobó que los residuos del modelo no presentan autocorrelación significativa (prueba Ljung-Box) y se aproximan a una distribución normal (contrastado con prueba de Jarque-Bera y visualmente con gráfico Q-Q), lo cual respalda la idoneidad del modelo para pronóstico. Asimismo, se evaluó el desempeño predictivo del modelo ajustado. Para ello, se reservó un subconjunto de datos correspondiente a los últimos 12 meses (año

2024) como conjunto de validación fuera de muestra. Sobre este conjunto de datos no utilizado en la estimación, se calcularon métricas de error como el error medio absoluto (MAE), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el porcentaje de error absoluto medio (MAPE), con el fin de cuantificar la precisión de las predicciones del modelo en comparación con los valores reales observados.

## RESULTADOS

Los resultados del análisis econométrico permiten caracterizar el comportamiento histórico de la recaudación tributaria de Milagro y brindar estimaciones confiables para 2025. En primer lugar, el examen de la serie histórica evidenció un marcado componente estacional y ciertas irregularidades atribuibles a eventos extraordinarios.

**Figura 1**  
*Recaudación tributaria mensual, cantón Milagro (2017–2024)*



**Nota:** Valores nominales de recaudación tributaria mensual del cantón Milagro (2017–2024).  
Fuente: Servicio de Rentas Internas (SRI). Elaboración: autores.

La Figura 1 mostró la evolución mensual de 2017 a 2024, destacando incrementos atípicos durante 2022–2023, cuando los ingresos mensuales alcanzaron valores cercanos a 4.0 millones de USD, muy por encima del rango típico de 1.0 a 2.5 millones de USD observado en años anteriores. Este incremento abrupto, superior al 100%, se asoció principalmente a la

implementación de una contribución tributaria temporal del 0.8%, contemplada en la Ley de Desarrollo Económico y Sostenibilidad Fiscal, que gravó durante 2022–2023 a las empresas con patrimonios superiores a 5 millones de USD. En el cantón Milagro, cuyo aparato productivo depende en gran medida de la industria azucarera local, dicha medida afectó notablemente al ingenio azucarero de la zona –principal motor económico cantonal desde inicios del siglo XX– elevando transitoriamente la recaudación. Asimismo, las variaciones estacionales son claramente observables: los picos recurrentes de ingresos entre junio y diciembre corresponden al ciclo de zafra azucarera en la región costa de Ecuador (Primicias, 2023). La convergencia de estas reformas tributarias extraordinarias con la recuperación económica pos-COVID y los ciclos productivos estacionales explica los dramáticos altibajos en la serie histórica, reforzando la relevancia de contar con modelos que capten adecuadamente tanto la estacionalidad como posibles shocks estructurales.

Los resultados de la prueba Dickey-Fuller aumentada (ADF), que permiten determinar el orden de diferenciación necesario, se resumen a continuación:

**Tabla 2**  
*Resultados de la prueba Dickey-Fuller aumentada (ADF)*

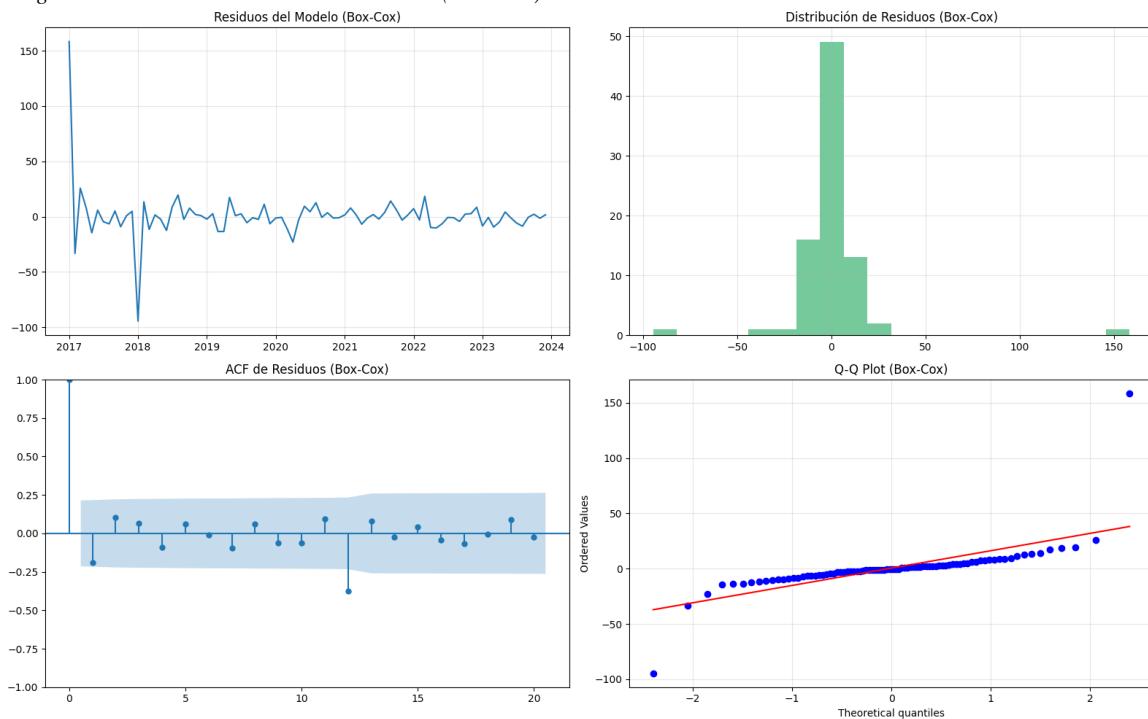
Indicador	Serie original	Primera diferencia	Diferencia estacional (12)
Estadístico ADF	-1.576063	-3.149750	-2.745529
p-valor	0.495606	0.023084	0.066486
Valor crítico (5%)	-2.897	-2.897	-2.903
Conclusión	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria

**Nota:** La prueba ADF se evalúa al 5% de significancia; la hipótesis nula establece la presencia de raíz unitaria. Elaboración: autores.

Confirmada la presencia de estacionalidad y tras hacer estacionaria la serie mediante diferenciación, se procedió a estimar el modelo SARIMA sobre la serie transformada con Box-Cox.

De los modelos tentativos evaluados, el modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1,12) fue el que presentó el mejor equilibrio entre parsimonia y ajuste según los criterios de información. Los coeficientes estimados de este modelo resultaron estadísticamente significativos y con signos esperados. En particular, el término MA no estacional ( $\sim 0.524$ ) y el término MA estacional ( $\sim 0.847$ ) indican una dependencia importante de los choques aleatorios tanto del mes previo como del año previo, respectivamente, coherente con la persistencia de efectos de corto plazo y de patrones anuales en la recaudación. El modelo se ajustó sobre la serie transformada, y posteriormente se revirtieron las transformaciones para interpretar los resultados en la escala original de dólares.

**Figura 2**  
Diagnóstico de residuos del modelo SARIMA (Box-Cox)



**Nota:** Los gráficos de residuos indican ausencia de autocorrelación significativa y un comportamiento aproximadamente normal, lo que respalda la adecuada especificación del modelo SARIMA con transformación Box-Cox. Elaboración: autores.

*El ajuste del modelo SARIMA elegido fue validado rigurosamente. El valor del estadístico AIC alcanzado (394.685) fue sustancialmente menor que el de otras especificaciones*



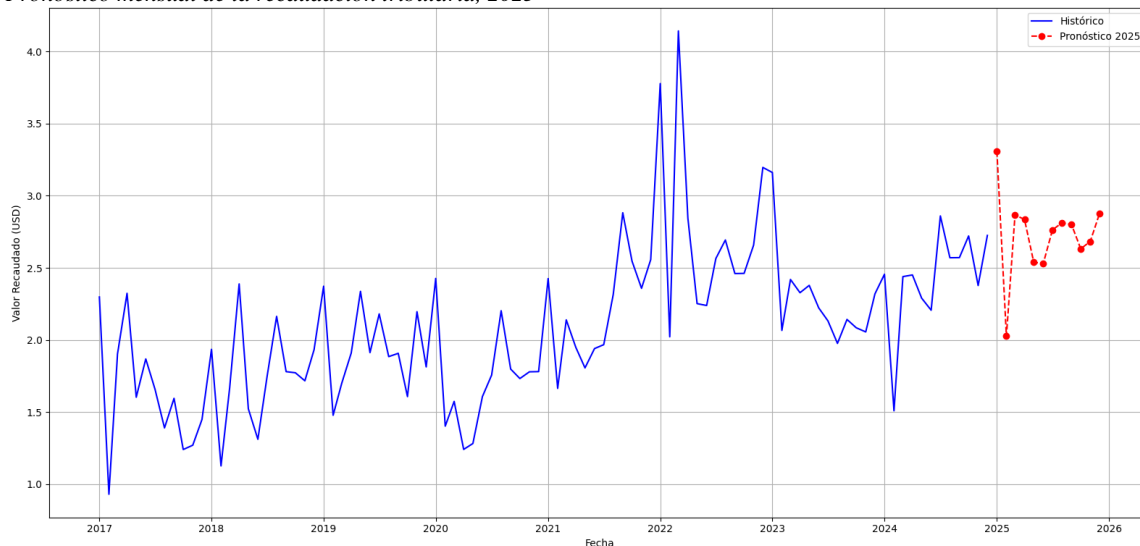
probadas, confirmando la superioridad de este modelo según dicho criterio. Las pruebas de diagnóstico sobre los residuos no detectaron autocorrelación significativa (por ejemplo, la prueba de Ljung-Box arrojó un valor  $p$  de 0.63, lo cual no permite rechazar la independencia de los residuos) y evidenciaron normalidad estadística, la prueba de Jarque-Bera no resultó significativa y la **Figura 2**

, Q-Q mostró una alineación adecuada).

Estos resultados sugieren que el modelo captura adecuadamente la dinámica interna de la serie sin dejar patrones sistemáticos en los residuos. En cuanto a la precisión predictiva, el modelo mostró un desempeño satisfactorio en el periodo de validación. Para el año 2024 (reservado como conjunto de prueba), las predicciones *ex post* del modelo presentaron un error medio absoluto (MAE) del orden de 298,000 USD y una raíz del error cuadrático medio (RMSE) de aproximadamente 338,654 USD.

El porcentaje de error absoluto medio (MAPE) se ubicó en 11.50%, lo que significa que, en promedio, las proyecciones mensuales difirieron en apenas un 11.5% de los valores reales observados. Cabe destacar que la inclusión de la transformación Box-Cox mejoró sustancialmente la precisión del modelo en comparación con la misma especificación sin dicha transformación: el MAPE se redujo de ~14.1% a 11.5% (una mejora del 18.3%), y métricas similares de error también disminuyeron (MAE en 17.2%, RMSE en 12.7%). Estos indicadores reflejan un alto nivel de ajuste y confiabilidad del modelo seleccionado para pronosticar la recaudación tributaria.

**Figura 3**  
*Pronóstico mensual de la recaudación tributaria, 2025*

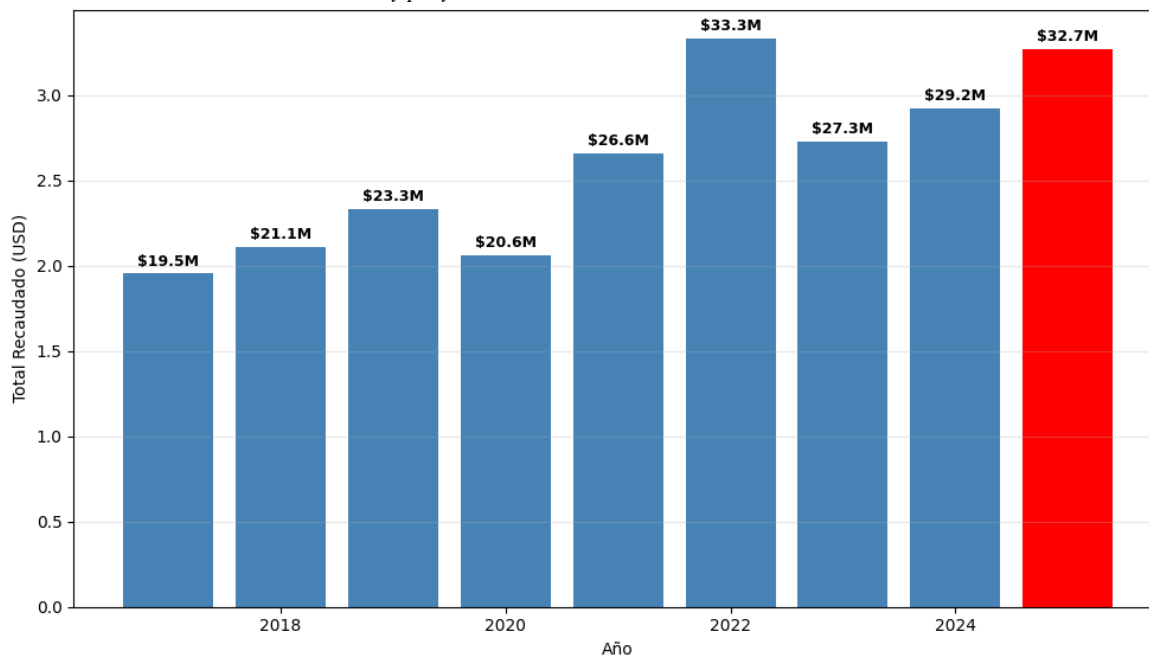


**Nota:** La figura presenta la serie histórica de la recaudación tributaria mensual del cantón Milagro (2017–2024) y el pronóstico correspondiente al año 2025, estimado mediante el modelo SARIMA con transformación Box-Cox. Elaboración: autores.

*Con un modelo validado y calibrado, se procedió a generar el pronóstico de la recaudación mensual para el año 2025. En la **Figura 3***

se presentan las proyecciones mensuales junto con la banda de confianza y la comparación frente a la trayectoria histórica. La línea de pronóstico se mantuvo dentro del rango histórico observado, sin superar los máximos extraordinarios de 2022–2023, lo cual resulta coherente dado que aquellos picos fueron producto de factores excepcionales ya finalizados. El modelo predice que los ingresos seguirán exhibiendo el patrón estacional típico: por ejemplo, se esperan nuevamente aumentos significativos hacia mitad y final de año, coincidiendo con la temporada de zafra y el cierre del ejercicio fiscal, mientras que los meses iniciales del año mostrarían ingresos relativamente más moderados.

**Figura 4**  
Recaudación tributaria anual: histórico y proyección 2025



**Nota:** La figura compara la recaudación tributaria anual histórica del cantón Milagro (2017–2024) con el valor proyectado para 2025, obtenido a partir del modelo SARIMA con transformación Box-Cox. Los montos se expresan en millones de dólares estadounidenses. Elaboración: autores.

Para brindar una visión agregada, la Figura 4

comparó la recaudación total anual histórica con el pronóstico anual para 2025. De acuerdo con las estimaciones, la recaudación tributaria total proyectada para 2025 asciende a \$32'674,229 USD, lo que representa un crecimiento del 11.99% respecto a los \$29.2 millones recaudados en 2024. Este aumento previsto sugiere una recuperación sostenida, acercando los ingresos anuales de 2025 a los niveles del máximo histórico registrado en 2022 (antes de la finalización de la contribución extraordinaria del 0.8%). En resumen, los resultados del modelo indican una tendencia creciente pero moderada para 2025, dentro de márgenes esperables dado el comportamiento previo, y ratifican la importancia de considerar tanto la

estacionalidad como la posibilidad de eventos no recurrentes al interpretar las proyecciones fiscales.

## DISCUSIÓN

El análisis realizado evidencia la utilidad de los modelos SARIMA, complementados con transformaciones de estabilización de varianza, para el estudio y pronóstico de ingresos fiscales a nivel subnacional. Una de las principales lecciones metodológicas de este trabajo es la importancia de validar exhaustivamente los supuestos estadísticos al modelar series temporales financieras. La cuidadosa verificación de estacionariedad y la incorporación de diferenciaciones apropiadas aseguraron que el modelo capturara la estructura temporal inherente a la serie. Asimismo, el análisis de residuos confirmó la robustez metodológica: un buen modelo de pronóstico debe producir residuos aleatorios (ruido blanco) y aproximadamente normales, condición que se logró en nuestro caso. El uso conjunto de criterios de información (AIC/BIC) y pruebas de diagnóstico fue decisivo para seleccionar la mejor especificación entre varias alternativas plausibles.

En este estudio, la aplicación de la transformación Box-Cox demostró mejorar la calidad del modelo, reduciendo los errores de pronóstico y facilitando el cumplimiento de supuestos como la homocedasticidad. Hacia el futuro, se sugieren líneas de investigación complementarias que podrían extender y perfeccionar el modelo: por ejemplo, la incorporación de variables exógenas (como indicadores económicos locales o nacionales) mediante modelos ARIMAX, la detección explícita de cambios estructurales o rupturas en la serie, y el desarrollo de modelos multivariados (como VAR) que analicen interdependencias entre la recaudación de Milagro y la de otros cantones o sectores económicos. Estas extensiones permitirían captar dinámicas más complejas y posiblemente mejorar la capacidad predictiva en escenarios de mayor incertidumbre.

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos subrayan la necesidad de que los gobiernos locales institucionalicen el uso de modelos econométricos en su planificación fiscal. El caso

de Milagro demuestra que un modelo SARIMA bien especificado puede anticipar variaciones estacionales de los ingresos, ayudando a las autoridades a optimizar el flujo de caja a lo largo del año y a establecer metas basadas en datos para períodos venideros. Por ejemplo, conociendo de antemano que ciertos meses aportarán ingresos extraordinarios, el GAD puede programar mejor sus compromisos de gasto o sus esfuerzos de recaudación. En este sentido, el gobierno cantonal debe desarrollar capacidades técnicas internas para la actualización periódica de estos modelos.

Esto implica invertir en software especializado (o aprovechar plataformas de código abierto) y, de ser posible, crear una unidad de análisis fiscal dentro de la administración que se dedique a monitorear indicadores clave y generar alertas tempranas sobre desvíos significativos en la recaudación. Dichas alertas permitirían tomar decisiones proactivas en materia de política tributaria municipal –por ejemplo, ajustes en calendarios de pago, campañas de cobro, provisiones de liquidez, etc.– con base en evidencia cuantitativa.

Para la comunidad profesional, este estudio resalta la importancia de dominar técnicas de pronóstico SARIMA como una competencia diferenciadora en el campo de las finanzas públicas locales. La especialización en análisis de series temporales fiscales puede generar un valor agregado considerable, dado que no todas las entidades subnacionales cuentan con personal capacitado en estas metodologías. En línea con esto, se sugiere fomentar la formación de expertos en econometría aplicada al sector público, capaces de implementar modelos, validar supuestos y –no menos importante– traducir los resultados técnicos en información clara y utilizable por los tomadores de decisión. Mantenerse actualizado en las metodologías econométricas emergentes, desarrollar portafolios de casos de éxito y cultivar redes de colaboración con otras instituciones (academia, consultoras, organismos de control) contribuirá a fortalecer el posicionamiento de los profesionales en este nicho especializado de la planificación fiscal basada en datos.

El modelo construido tiene un enfoque univariado, lo que significa que la proyección de la recaudación se basó exclusivamente en su comportamiento histórico pasado, sin considerar determinantes causales externos. Si bien este enfoque es metodológicamente válido y suele

ser efectivo cuando la serie exhibe fuerte estacionalidad y patrones recurrentes, conlleva la desventaja de excluir variables explicativas relevantes, tales como el crecimiento económico (PIB) del cantón o la región, índices de inflación, dinámicas poblacionales, o incluso precios de productos agrícolas clave para la economía local.

La ausencia de factores exógenos implica que el modelo carece de capacidad explicativa en términos causales; sus predicciones funcionan bajo el supuesto implícito de que las condiciones estructurales se mantienen estables, por tanto, ante choques económicos o cambios estructurales significativos en Milagro (por ejemplo, reformas tributarias nacionales imprevistas, fluctuaciones drásticas en el precio del azúcar, etc.), las proyecciones podrían no ajustarse rápidamente, al no estar “informadas” por dichas variables externas.

El estudio no exploró modelos alternativos más allá del SARIMA básico, como podrían ser modelos ARIMAX (que incorporan regresores externos), modelos de vectores autorregresivos (VAR) que capturen interrelaciones con otras series económicas, modelos de cambio de régimen (Markov-switching) que permitan diferentes comportamientos en distintos periodos, o enfoques no lineales de aprendizaje automático (por ejemplo, redes neuronales o árboles de decisión). Estas metodologías podrían potencialmente capturar dinámicas más complejas de la recaudación y mejorar la precisión bajo escenarios altamente inciertos o no estacionarios. Sin embargo, su implementación también requiere consideraciones adicionales (como mayores requerimientos de datos o interpretación).

Reconocer estas limitaciones no invalida los resultados obtenidos con el modelo SARIMA presentado –los cuales se sostienen dentro de los supuestos planteados–, pero sí señala áreas de mejora para investigaciones futuras que busquen integrar componentes estructurales más amplios y explorar enfoques de pronóstico complementarios. Integrar variables macroeconómicas y modelos multivariados podría otorgar mayor poder explicativo, mientras que herramientas de *machine learning* podrían capturar patrones no lineales difíciles de discernir mediante técnicas tradicionales, componiendo así un panorama más completo y robusto para la proyección de ingresos tributarios municipales.

## CONCLUSIONES

En conclusión, el modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1,12) con transformación Box-Cox desarrollado en este estudio demostró ser una herramienta estadísticamente robusta y eficaz para el pronóstico de la recaudación tributaria mensual del cantón Milagro. El modelo final seleccionado capturó adecuadamente la estructura estacional y las dependencias de corto y largo plazo presentes en la serie, logrando un nivel de precisión elevado: se obtuvo un error porcentual absoluto medio en el rango del 11–12% y residuos que cumplen con las propiedades de ruido blanco (no autocorrelacionados y aproximadamente normales). Estos indicadores de desempeño validan la idoneidad del modelo para propósitos predictivos.

Las proyecciones generadas indican que Milagro podría recaudar aproximadamente \$32.67 millones de dólares en 2025, lo que supone un incremento estimado del ~12% respecto al año anterior. Este crecimiento proyectado refleja una continuidad en la recuperación de los ingresos post-pandemia, acercándose a los niveles máximos históricos observados durante 2022, aunque sin sobrepasar dichos máximos excepcionales. En términos operativos, el modelo sugiere que se mantendrá el patrón estacional típico de la recaudación, reforzando la idea de que existen meses “fuertes” en el calendario tributario cantonal en los cuales conviene optimizar la gestión (por ejemplo, mediante programación de inversiones o reservas de liquidez), frente a meses de menores ingresos donde se deberá ejercer mayor cautela presupuestaria.

Finalmente, este trabajo contribuye tanto al ámbito académico como a la práctica de la administración pública local. Por un lado, aporta evidencia sobre la aplicabilidad de modelos SARIMA en el pronóstico de ingresos municipales, incorporando prácticas recomendadas de validación y selección de modelos en series de tiempo financieras. Por otro lado, brinda al GAD de Milagro una base cuantitativa para sustentar sus decisiones financieras, enfatizando la importancia de integrar técnicas econométricas en la gestión cotidiana. Los hallazgos y recomendaciones aquí expuestos sientan las bases para que la planificación fiscal municipal evolucione hacia un enfoque más prospectivo y basado en datos, capaz de anticipar



tendencias y mitigar riesgos asociados a la volatilidad de la recaudación. Se espera que futuras investigaciones profundicen en las líneas señaladas, incorporando variables económicas externas y metodologías avanzadas, de modo que se sigan perfeccionando las proyecciones y se fortalezca la resiliencia financiera de los gobiernos locales ante los desafíos venideros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2015). *Mastering 'Metrics: The Path from Cause to Effect*. Princeton University Press.

Blanchard, O., & Johnson, D. R. (2013). *Macroeconomics* (6th ed.). Pearson.

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2008). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (4th ed.). Wiley.

Fondo Monetario Internacional. (2022). *Manual de transparencia fiscal*.

<https://www.imf.org/es/Publications/Policy-Papers/Issues/2022/03/09/Manual-de-Transparencia-Fiscal-2022-514616>

Musgrave, R. A., & Musgrave, P. B. (1989). *Public Finance in Theory and Practice* (5th ed.). McGraw-Hill.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Good practices in fiscal management*. <https://www.oecd.org/gov/budgeting/good-practices-fiscal-management.htm>

Ponce, J., & Carrera, M. (2022). Participación de los ingresos tributarios en los gobiernos autónomos descentralizados del Ecuador. *Revista Economía y Finanzas Locales*, 14(2), 45–63.

Primicias. (2023, 10 de junio). *La zafra azucarera reactiva la economía en Milagro*.

<https://www.primicias.ec/noticias/economia/zafra-azucarera-milagro-economia-2023/>

Servicio de Rentas Internas. (2024). *Estadísticas generales de recaudación tributaria*.

<https://www.sri.gob.ec/historico-estadisticas-generales-de-recaudacion>

Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples* (4th ed.). Springer.

Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7th ed.). Cengage Learning.