

# ANÁLISIS DE LOS PATRONES ESTADÍSTICOS DE LAS CRIPTOMONEDAS DE MAYOR VALOR BURSÁTIL, PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO FINANCIERO RESPECTO AL INDICADOR DE RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN (ROI)

*Analysis of the statistical Patterns of the Cryptocurrencies with highest Market Value, to optimize the Financial Performance Based on the Return-on-Investment Indicator (ROI)*

**Fabio Andrés Sandoval Girón**

Mtro. en Estadística Aplicada  
fabioasandoval.g@gmail.com

**William Eduardo Fagiani Cruz**

Mtro. en Estadística Aplicada  
williamfagiani@gmail.com

Recibido: 14 de marzo de 2022. | Revisado: 29 de julio de 2022. | Aprobado: 8 de octubre de 2022.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento en el tiempo de los activos virtuales más significativos en el mercado financiero, para generar una caracterización con la cual sea posible modelar estadísticamente la relación bursátil de estas criptomonedas, se utilizan metodologías basadas en autocorrelación como modelos de series de tiempo, además de relaciones lineales entre predictores, diferenciación de grupos por análisis de varianza e inferencia acorde a una generalización probabilística. El modelo estadístico generalizado es un modelo ARIMA estacional, el cual presenta normalidad en la distribución de sus residuos y significancia estadística para la prueba de Fisher, esto incluso para las criptodivisas con mayor proporción de variaciones estacionales. Como producto del análisis, se identifica un modelo matemático que explica hasta un 79 % de la variabilidad presente en la serie y permite generar predicciones para el rendimiento financiero futuro.

## PALABRAS CLAVE

ARIMA, estacionalidad, autocorrelación, cadena de bloques, criptomonedas.

## ABSTRACT

*The objective of this study is to analyze the behavior over time of the most significant virtual assets in the financial market. To generate a characterization with which it is possible to statistically model the stock market relationship of these cryptocurrencies, methodologies based on autocorrelation such as time series models are used, in addition to linear relationships between predictors, differentiation of groups by analysis of variance and inference according to a probabilistic generalization. The generalized statistical model is a seasonal ARIMA model, which presents normality in the distribution of its residuals and statistical significance for Fisher's test, this even for cryptocurrencies with a higher proportion of seasonal variations. As a result of the analysis, a mathematical model is identified that explains up to 79 % of the variability present in the series and allows generating predictions for future financial performance.*

## KEYWORDS

*ARIMA, seasonality, autocorrelation, blockchain, cryptocurrency.*

## INTRODUCCIÓN

La cadena de bloques se utiliza para consolidar y transaccionar activos, específicamente activos virtuales, actualmente Bitcoin es el activo virtual que posee el mayor poder adquisitivo en comparación con el dólar estadounidense (USD) en negocios digitales. El estudio estadístico del comportamiento de estas divisas es importante para generar información con relación a sus patrones históricos, y modelar matemáticamente su comportamiento, para obtener predicciones eficientes y con ello recomendaciones relacionadas a los mejores rendimientos financieros. Las metodologías que se basan en autocorrelación resultan ser eficientes para modelar estadísticamente las series de tiempo del comportamiento financiero de estos activos, dada su alto componente estacional, además la correlación lineal entre ellos sugiere grupos estadísticamente homogéneos a caracterizar.

## DESARROLLO DEL ESTUDIO

El estudio tiene un diseño no experimental y alcance descriptivo. Todos los datos cuantitativos relacionados con las variables bursátiles de las divisas estudiadas se recaudan de distintos mercados financieros, por medio de sus portales electrónicos.

Para el estudio se contempla el uso de seis divisas para una caracterización integral del fenómeno, en dónde se utiliza a la divisa de mayor valor relativo a la fecha, es decir Bitcoin (BTC), dos divisas de valor medianamente desarrollado Ethereum (ETH), Dash (DASH) y tres de valor bajo, en comparación con la de mayor valor, estas son Litecoin (LTC), Monero (XMR) y Ripple (XRP).

Para modelar de forma histórica el fenómeno se utilizan los patrones de todos los activos virtuales, esto es posible por medio de la construcción de una base de datos única a raíz de las seis divisas originales y posteriormente extrapolar el modelo obtenido a cada divisa de forma individual (Bakar, Rosbi y Uzaki, 2017). Este análisis se realiza por medio de pesos probabilísticos bajo la distribución presentada en la tabla 1.

Tabla 1.  
*Pesos probabilísticos por Criptodivisa.*

Criptodivisa	Peso
Bitcoin	5 %
Ethereum	10 %
Ripple	10 %
Litecoin	25 %
Dash	25 %
Monero	25 %

Fuente: elaboración propia.

Con la serie generalizada se estima un modelo de series temporales ARIMA, para inferir la variable de volumen de capital bursátil, utilizando un método estacional (Sovbetov, 2018).

Las pruebas que se aplican para validar los supuestos del modelo son: Kolmogorov Smirnov para normalidad, Breusch Pagan para la homogeneidad de varianza, Dickey Fuller para las componentes estacionales y Man Kendall para la validación de tendencia futura (Radovanov, Marcikić, Gvozdenović, 2018).

## RESULTADOS OBTENIDOS

El supuesto de homogeneidad de valor se valida por medio de un análisis de varianza para los distintos mercados financieros, se contemplan el de Nueva York (NYSE), Shanghai (SSE) y Reino Unido (LSE), con resultados no significativos para ningún mercado financiero.

Tabla 2.  
*Análisis de Varianza para el mercado Financiero.*

Fuente de Variación	F	P
Bitcoin	0.13	0.879
Dash	0.36	0.702
Ripple	0.16	0.852

Fuente: elaboración propia.

El modelo de series temporales que mejor describe el comportamiento de la serie generalizada es un modelo ARIMA (2,1,0) estacional (2,1,0) para 12 periodos (anual), el mismo presenta un ajuste a la Normal en su distribución de residuos, errores cuadrados medios de predicción no significativos y explica hasta un 79 % de la variabilidad de la serie según su coeficiente de determinación. Este modelo tiene la siguiente forma:

$$\Delta x_t = c + \phi_1 \Delta x_{t-1} + \phi_2 \Delta x_{t-2} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

donde:

$\phi$  = estimador del volumen de capital.

$x_t$  = momento en cuestión para el cual se estima la variable.

$\varepsilon$  = error o ruido blanco dados los atrasos del modelo.

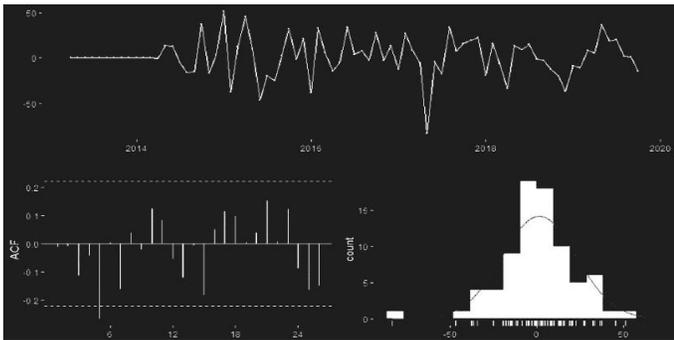


Figura 1. Aplicación del Modelo sobre Bitcoin.

Fuente: elaboración propia.

El modelo es posteriormente aplicado a cada divisa de forma individualizada para generar predicciones, con ello se estima un portafolio de inversión basado en el intervalo de confianza de la inferencia para cada periodo (Liu & Tsyvinski, 2018).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Existe una tendencia con una componente positiva para todas las criptomonedas estudiadas, la prueba de Mann Kendall demuestra una proyección inflacionaria futura para todas las divisas (Hileman & Rauchs, 2017).

El comportamiento modelado para el volumen de capital concuerda con lo reportado en publicaciones de Sovbetov (2018). El valor de Bitcoin tiene una influencia significativa sobre el valor de divisas de

bajo volumen de capital, pero que están estrechamente correlacionadas, estas últimas están sujetas a una caída o alza con relación a la misma y con ello se evidencia que sí existe un factor especulativo en el mercado de activos virtuales.

El modelo generalizado tiene la capacidad de realizar inferencias válidas para cada divisa de forma individual, éste presenta una distribución de residuos Normal y una autocorrelación acotada como se evidencia en la figura 1. La tasa actual de inflación sí está comprendida dentro de los intervalos de predicción del modelo.

Existe el riesgo de pérdida neta en inversiones en activos virtuales, los intervalos de confianza para las predicciones del modelo suponen que para 2021 todos los activos virtuales podrían tener hasta el 100 % de pérdida de la inversión respecto a su valor de 2019 si la venta se realiza en una fecha inadecuada.

Se proyecta que una inversión de 100 USD en abril de 2019 brinde un rendimiento financiero del 210 % para febrero de 2021; si se vende en el momento adecuado, dicho ROI está contemplado en los intervalos de confianza del modelo, denotando potenciales retornos sobre la inversión.

## CONCLUSIONES

1. Existe una tendencia positiva para todas las criptomonedas, por medio de la prueba de Mann Kendall se evidencia una proyección futura positiva para todas las series de tiempo.
2. El análisis de varianza para los mercados financieros evidencia que no existe diferencia estadísticamente significativa para los valores medios del volumen de capital de las criptomonedas.
3. Un modelo ARIMA estacional (2,1,0) (2,1,0) presenta una adecuada bondad de ajuste a una distribución Normal en sus residuos, y un coeficiente de determinación significativo, lo cual lo vuelve válido para generar predicciones.

4. Los intervalos de confianza denotan posibles retornos de la inversión de hasta un 200%, siendo Ethereum y Litecoin las divisas con más potencial de apreciación.

## RECOMENDACIONES

Para continuar una investigación más a detalle y dar continuidad al tema se recomienda:

1. Utilizar otro acercamiento predictivo por medio de algoritmos de estadística multivariante como redes neuronales para regresión.
2. Introducir al modelo otras variables bursátiles como el precio de apertura o cierre y sus interacciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakar, N. A., Rosbi, S., & Uzaki, K. (2017). Cryptocurrency Framework Diagnostics from Islamic Finance Perspective. *International Journal Of Management Science And Business Administration*, 4(1), 19-28
- Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). 2017 Global Cryptocurrency Benchmarking Study. *SSRN Electronic Journal*
- Liu, Y., & Tsyvinski, A. (2018). *Risks and Returns of Cryptocurrency*. doi:10.3386/w24877
- Radovanov, B., Marcikić, A., & Gvozdenović, N. (2018). *A Time Series Analysis Of Four Major Cryptocurrencies*. Facta Universitatis
- Sovbetov, Y. (2018). Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, , 1–27

## INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

Ingeniero Industrial, Fabio Andrés Sandoval Girón, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.

Maestro en Estadística Aplicada de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2021.

Afiliación laboral: Superintendencia de Bancos de Guatemala.

Ingeniero Químico, William Eduardo Fagiani Cruz, Facultad de Ingeniería, USAC, 2009.

Maestro en Estadística Aplicada, Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, USAC, 2016.

Afiliación laboral: Facultad de Ingeniería, USAC.