

## **Modelos Matemáticos para la Valoración Financiera de Proyectos Bajo Incertidumbre Económica**

## **Mathematical Models for the Financial Valuation of Projects Under Economic Uncertainty**

**Autor**

**Cristopher Joel Mosquera Miranda**

[cristopher1374@unesum.edu.ec](mailto:cristopher1374@unesum.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-9087-5629>

**Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena**

Guayas – Ecuador

## Resumen

La valoración financiera de proyectos enfrenta importantes limitaciones cuando las decisiones de inversión se desarrollan en contextos de incertidumbre económica, debido a la volatilidad de variables macroeconómicas como la inflación, las tasas de interés y el crecimiento económico. En este contexto, el objetivo del estudio fue analizar la aplicación de modelos matemáticos para la valoración financiera de proyectos bajo condiciones de incertidumbre económica, con el propósito de fortalecer los procesos de evaluación de inversiones. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y alcance explicativo, utilizando información secundaria proveniente de informes estadísticos de organismos nacionales e internacionales. La información fue organizada en matrices analíticas y procesada mediante métodos de estadística avanzada, específicamente simulación Monte Carlo y regresión lineal múltiple. Los resultados evidenciaron que la simulación probabilística permitió estimar la distribución del valor presente neto en múltiples escenarios económicos, identificando que el 78 % de las iteraciones simuladas presentó valores positivos del VPN, lo que indica una alta probabilidad de viabilidad financiera. Asimismo, el modelo econométrico alcanzó un  $R^2 = 0.63$ , evidenciando que una proporción significativa de la rentabilidad del proyecto se explica por variables macroeconómicas. En particular, la inflación y las tasas de interés mostraron efectos negativos sobre la rentabilidad, mientras que el crecimiento económico presentó una influencia positiva sobre el desempeño financiero de las inversiones. Estos resultados evidencian que la integración de modelos econométricos y simulaciones probabilísticas mejora la precisión de los procesos de valoración financiera y fortalece la toma de decisiones en contextos de incertidumbre económica.

**Palabras clave:** valoración financiera, modelos matemáticos, incertidumbre económica, simulación Monte Carlo, análisis econométrico.

## Abstract

The financial valuation of investment projects faces important limitations when investment decisions are made under conditions of economic uncertainty, due to the volatility of macroeconomic variables such as inflation, interest rates, and economic growth. In this context, the objective of the study was to analyze the application of mathematical models for the financial valuation of projects under conditions of economic uncertainty, with the aim of strengthening investment evaluation processes. The research was conducted under a quantitative approach with a non experimental design and explanatory scope, using secondary information obtained from statistical reports of national and international organizations. The information was organized into analytical matrices and processed using advanced statistical methods, specifically Monte Carlo simulation and multiple linear regression. The results showed that the probabilistic simulation made it possible to estimate the distribution of the net present value under multiple economic scenarios, identifying that 78% of the simulated iterations produced positive NPV values, indicating a high probability of financial viability. Likewise, the econometric model reached an  $R^2$  of 0.63, indicating that a significant proportion of the project profitability is explained by macroeconomic variables. In particular, inflation and interest rates showed negative effects on profitability, while economic growth presented a positive influence on the financial performance of investments. These findings indicate that the integration of econometric models and probabilistic simulations improves the accuracy of financial valuation processes and strengthens investment decision making in contexts of economic uncertainty.

**Keywords:** financial valuation, mathematical models, economic uncertainty, Monte Carlo simulation, econometric analysis.

## Introducción

La valoración financiera de proyectos de inversión constituye uno de los procesos analíticos más relevantes dentro de la teoría financiera y la gestión estratégica del capital, particularmente en contextos caracterizados por volatilidad macroeconómica, fluctuaciones en las tasas de interés y cambios estructurales en los mercados globales. En este escenario, los modelos matemáticos han adquirido un papel fundamental como herramientas analíticas que permiten representar de manera formal las relaciones entre variables económicas, financieras y temporales, facilitando la estimación del valor económico de los proyectos y la evaluación de su viabilidad bajo condiciones de riesgo e incertidumbre. Desde una perspectiva metodológica, la modelación matemática permite transformar la complejidad inherente a los sistemas financieros en estructuras analíticas que posibilitan la simulación de escenarios, la estimación de probabilidades y la optimización de decisiones de inversión, lo cual resulta especialmente relevante en entornos económicos dinámicos donde los parámetros financieros pueden variar de forma significativa a lo largo del tiempo (Merlo et al., 2021).

En el ámbito de las finanzas corporativas, la evaluación tradicional de proyectos ha estado dominada históricamente por métodos determinísticos como el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión. No obstante, estas metodologías presentan limitaciones importantes cuando los proyectos se desarrollan en contextos caracterizados por elevada incertidumbre económica, debido a que suelen asumir escenarios de flujos de caja relativamente estables y predecibles. En consecuencia, la literatura reciente en ingeniería financiera y economía aplicada ha destacado la necesidad de incorporar modelos matemáticos más avanzados que permitan capturar la naturaleza estocástica de variables clave como la demanda, los precios, las tasas de interés o la inflación, elementos que influyen de manera directa en la rentabilidad de los proyectos de inversión (Segovia, 2023).

En este contexto, diversos enfoques analíticos han sido desarrollados con el objetivo de mejorar los procesos de valoración financiera en escenarios de incertidumbre. Entre estos enfoques destacan los modelos basados en procesos estocásticos, las simulaciones Monte

Carlo, la lógica difusa y los modelos de opciones reales, los cuales permiten incorporar flexibilidad gerencial dentro del proceso de evaluación financiera. La teoría de las opciones reales, en particular, ha adquirido una creciente relevancia en la literatura financiera debido a su capacidad para valorar decisiones estratégicas como posponer, expandir, modificar o abandonar un proyecto de inversión en función de la evolución futura de las variables económicas. De acuerdo con investigaciones recientes en el ámbito de la ingeniería financiera, el análisis de opciones reales permite complementar las técnicas tradicionales de evaluación al incorporar información del entorno económico real y proporcionar una visión más estratégica sobre el momento óptimo para ejecutar decisiones de inversión (Meléndez, 2023).

Desde una perspectiva cuantitativa, el desarrollo de modelos matemáticos para la valoración de proyectos se sustenta en la integración de herramientas provenientes de diferentes disciplinas, entre las cuales destacan la teoría de probabilidades, el análisis estocástico, la programación matemática y la econometría financiera. Estas herramientas permiten construir modelos capaces de representar el comportamiento dinámico de las variables económicas y evaluar su impacto en el valor esperado de los proyectos. En este sentido, la modelación matemática no solo facilita la estimación de indicadores financieros tradicionales, sino que también contribuye a identificar configuraciones óptimas de inversión mediante procesos de optimización y simulación que permiten evaluar múltiples escenarios económicos posibles (Pérez, 2021).

En las últimas décadas, el avance de la capacidad computacional y el desarrollo de algoritmos de optimización han ampliado significativamente las posibilidades de aplicación de modelos matemáticos en el campo de las finanzas corporativas. Actualmente, técnicas como las redes neuronales artificiales, los modelos econométricos dinámicos y los algoritmos de aprendizaje automático se están integrando progresivamente en los procesos de valoración financiera de proyectos, permitiendo mejorar la precisión de las proyecciones y la capacidad de adaptación de los modelos frente a cambios en el entorno económico. Estas metodologías ofrecen ventajas significativas frente a los modelos tradicionales al permitir procesar grandes volúmenes de información financiera, identificar patrones complejos en los datos y generar

estimaciones más robustas del comportamiento futuro de las variables económicas relevantes (Segovia, 2023).

En este contexto analítico, el estudio de los modelos matemáticos aplicados a la valoración financiera de proyectos adquiere una relevancia creciente dentro de los procesos de planificación estratégica y toma de decisiones de inversión, particularmente en economías emergentes donde la volatilidad macroeconómica, la incertidumbre regulatoria y las fluctuaciones del mercado generan escenarios financieros altamente variables. El análisis de estos modelos permite comprender de qué manera las herramientas cuantitativas contribuyen a mejorar la precisión de las evaluaciones financieras y a fortalecer la capacidad de las organizaciones para tomar decisiones de inversión racionales en contextos caracterizados por incertidumbre económica. En consecuencia, el desarrollo de enfoques analíticos basados en modelación matemática se configura como un componente fundamental para la modernización de los procesos de evaluación financiera y para la construcción de estrategias de inversión más resilientes frente a la dinámica cambiante de los mercados.

### **Fundamentos cuantitativos de la valoración financiera: una planta agroindustrial con flujos de caja expuestos a inflación, tasas y demanda**

Cuando una empresa agroindustrial analiza la ampliación de su capacidad productiva para procesar y comercializar productos agrícolas, la decisión de inversión depende en gran medida de la estimación rigurosa de los flujos de caja futuros y de la evaluación del impacto que pueden tener variables macroeconómicas como la inflación, las tasas de interés o la volatilidad de la demanda. En este contexto, los modelos matemáticos de valoración financiera permiten representar formalmente la interacción entre dichas variables y el rendimiento esperado del proyecto, proporcionando herramientas analíticas que facilitan la toma de decisiones en escenarios caracterizados por incertidumbre económica. La modelación cuantitativa permite traducir fenómenos financieros complejos en estructuras analíticas que integran información económica, contable y financiera para estimar el valor económico de las inversiones (Gómez Rodríguez et al., 2021).

La literatura financiera contemporánea reconoce que los métodos tradicionales de valoración, como el valor presente neto o la tasa interna de retorno, presentan limitaciones cuando los proyectos se desarrollan en entornos económicos volátiles, debido a que suponen flujos de caja relativamente estables. Frente a esta limitación, el uso de técnicas de simulación y modelación probabilística permite incorporar variabilidad en las proyecciones financieras, generando múltiples escenarios de comportamiento económico. En este sentido, la simulación Monte Carlo se ha consolidado como una de las herramientas más utilizadas para evaluar proyectos sometidos a incertidumbre, ya que permite asignar distribuciones de probabilidad a variables críticas y analizar miles de trayectorias posibles del desempeño financiero (Delgado-Vélez, 2021).

La evaluación de proyectos mediante modelos cuantitativos también requiere considerar la relación entre riesgo y rentabilidad dentro del proceso de inversión. En términos financieros, el riesgo se asocia con la volatilidad de los retornos esperados, por lo que su adecuada medición resulta fundamental para determinar la viabilidad de los proyectos. En este contexto, los modelos de portafolio basados en media-varianza y las estructuras econométricas avanzadas permiten representar la dinámica del riesgo financiero, especialmente cuando los retornos presentan dependencia temporal o variaciones de volatilidad (Olivares Aguayo et al., 2021).

Asimismo, la gestión financiera empresarial demuestra que la calidad de las decisiones de inversión depende de la capacidad de integrar información contable, financiera y económica dentro de un sistema analítico coherente. La evidencia empírica sobre el desempeño financiero de las empresas sugiere que la planificación financiera basada en indicadores cuantitativos contribuye a mejorar la eficiencia en la asignación de recursos y a fortalecer los procesos de evaluación económica de los proyectos (Mayett Moreno et al., 2022).

Desde una perspectiva macroeconómica, la valoración financiera también se encuentra condicionada por el comportamiento de variables estructurales del entorno económico. Factores como el tipo de cambio, la inflación o el precio de los recursos energéticos pueden modificar significativamente los flujos de caja proyectados de una inversión, especialmente en sectores productivos intensivos en insumos importados o en energía. La evidencia

empírica muestra que la interacción entre variables macroeconómicas tiene efectos directos sobre el desempeño financiero de las empresas y sobre la viabilidad de los proyectos de inversión (Lechuga Montenegro et al., 2023).

De igual manera, el entorno institucional y regulatorio constituye un elemento relevante dentro del análisis financiero, ya que las políticas económicas, la regulación financiera y las condiciones de acceso al crédito influyen en el costo del capital y en la estructura de financiamiento de las empresas. En este sentido, la literatura sobre organización industrial de la banca señala que las condiciones regulatorias del sistema financiero tienen efectos significativos sobre la asignación de recursos y sobre el funcionamiento de los mercados de capitales (Betancourt Gómez, 2022).

En consecuencia, el desarrollo de modelos matemáticos para la valoración financiera de proyectos permite integrar múltiples dimensiones analíticas dentro de un mismo marco conceptual, articulando variables económicas, financieras y estratégicas que influyen en el desempeño de las inversiones. Esta integración metodológica fortalece la capacidad de las organizaciones para evaluar proyectos de manera más rigurosa y para formular decisiones de inversión coherentes con las condiciones reales del entorno económico (Párraga Franco et al., 2021).

### **Flexibilidad gerencial y modelación avanzada del riesgo: un parque solar cuya ejecución depende de la volatilidad y del momento óptimo de inversión**

Cuando una empresa energética analiza la construcción de un parque solar, la decisión de inversión no depende únicamente de la estimación inicial de ingresos y costos, sino también de la evolución futura de variables como el precio de la energía, el costo de las tecnologías renovables o las condiciones regulatorias del sector eléctrico. En este tipo de proyectos, la incertidumbre económica y tecnológica introduce un componente estratégico en la decisión de inversión, lo que exige incorporar modelos financieros capaces de valorar la flexibilidad gerencial y la posibilidad de adaptar el proyecto a medida que cambia el entorno económico.

En este contexto, la teoría de opciones reales se ha consolidado como una de las herramientas analíticas más relevantes para la valoración de proyectos bajo incertidumbre. A diferencia de

los métodos tradicionales de evaluación financiera, este enfoque reconoce que las decisiones de inversión pueden modificarse en función de la información que se revela con el tiempo, permitiendo a los gestores posponer, expandir o abandonar proyectos según las condiciones del mercado. La literatura reciente demuestra que la incorporación de opciones reales en la valoración financiera mejora la precisión de las decisiones de inversión y permite capturar el valor estratégico asociado a la flexibilidad gerencial (Ramírez Denis et al., 2022).

El uso de opciones reales resulta particularmente relevante en sectores caracterizados por altos niveles de incertidumbre tecnológica o regulatoria, como el sector energético. En proyectos de energías renovables, la evolución de los precios de la tecnología, las políticas de incentivos o los cambios en la regulación ambiental pueden modificar significativamente la rentabilidad de las inversiones. Por esta razón, la modelación mediante opciones reales permite representar escenarios futuros y estimar el momento óptimo para ejecutar una inversión (Murgas Téllez et al., 2023).

Otro enfoque relevante dentro de la modelación financiera avanzada es la lógica difusa, la cual permite abordar problemas de decisión en contextos donde la información disponible es ambigua o incompleta. A diferencia de los modelos probabilísticos tradicionales, la lógica difusa permite representar grados de pertenencia y juicios expertos dentro del proceso de evaluación, lo que resulta especialmente útil cuando la valoración de un proyecto depende de múltiples criterios cualitativos y cuantitativos (Rodríguez Fajardo & Donoso Anes, 2022).

La incorporación de herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático también ha ampliado las posibilidades analíticas en la valoración financiera contemporánea. Estas técnicas permiten identificar patrones complejos en grandes volúmenes de información financiera y mejorar la capacidad predictiva de los modelos utilizados para evaluar proyectos de inversión. En este sentido, el aprendizaje automático ha demostrado ser una herramienta eficaz para analizar determinantes del valor económico de las empresas y para mejorar las estimaciones financieras utilizadas en procesos de toma de decisiones (Morales González et al., 2023).

Asimismo, la volatilidad de los mercados financieros constituye un elemento central dentro de la valoración de proyectos bajo incertidumbre. El análisis econométrico de la volatilidad permite comprender la dinámica de los precios de los activos financieros y su impacto en las decisiones de inversión. La investigación sobre mercados de derivados evidencia que la volatilidad desempeña un papel determinante en la valoración de instrumentos financieros y en la gestión del riesgo asociado a las inversiones (Gaona Montiel, 2023).

Finalmente, los modelos matemáticos de valoración financiera deben entenderse como parte de un sistema integral de análisis estratégico que articula información económica, financiera y organizacional. La evidencia sobre desempeño empresarial indica que la capacidad de las organizaciones para generar valor depende de su habilidad para interpretar el entorno económico, anticipar escenarios y utilizar herramientas analíticas que permitan transformar información en decisiones estratégicas coherentes (Chaves-Maza & Fedriani, 2023).

## **Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y alcance explicativo, orientado al análisis de los modelos matemáticos aplicados a la valoración financiera de proyectos en contextos de incertidumbre económica. El estudio se centró en examinar la relación entre variables macroeconómicas y financieras sin manipulación directa de los factores analizados, lo que permitió observar el comportamiento de dichas variables en su contexto económico real.

La recolección de información se realizó mediante la revisión de fuentes secundarias provenientes de informes técnicos y bases de datos estadísticas de organismos nacionales e internacionales, entre los que se incluyen el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, la CEPAL y registros oficiales de bancos centrales. Estos datos permitieron construir una base de información consistente relacionada con indicadores macroeconómicos, tasas de interés, inflación, crecimiento económico y variables asociadas a la valoración financiera de proyectos.

Posteriormente, la información fue organizada y sistematizada mediante matrices analíticas, proceso que incluyó la depuración, verificación de consistencia y estandarización de las series estadísticas con el fin de garantizar su comparabilidad e integración dentro de los modelos matemáticos utilizados en la investigación.

Finalmente, el procesamiento de los datos se realizó mediante métodos de estadística avanzada. Se aplicó la simulación Monte Carlo para generar múltiples escenarios probabilísticos que permitieron estimar la variabilidad de los resultados financieros, así como un modelo de regresión lineal múltiple para analizar la influencia de variables macroeconómicas sobre la rentabilidad de los proyectos. Adicionalmente, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar la consistencia estadística de las variables, lo que permitió interpretar los resultados a partir de un análisis integrado de los modelos econométricos y las simulaciones probabilísticas.

## Resultados

En correspondencia con el diseño metodológico planteado, el análisis empírico se orientó a examinar la valoración financiera de proyectos bajo condiciones de incertidumbre económica mediante la integración de modelos probabilísticos y econométricos. En particular, se aplicaron simulaciones Monte Carlo para estimar la variabilidad del valor presente neto de los proyectos y un modelo de regresión lineal múltiple para analizar la relación entre variables macroeconómicas y la rentabilidad esperada de las inversiones. Este enfoque permitió representar cuantitativamente la incertidumbre económica y evaluar la sensibilidad de los proyectos frente a cambios en el entorno financiero. Diversos estudios han demostrado que la simulación Monte Carlo constituye una herramienta eficaz para analizar escenarios múltiples en procesos de valoración financiera, ya que permite modelar la incertidumbre de variables críticas dentro de los flujos de caja proyectados (Delgado-Vélez, 2021). De manera complementaria, la literatura financiera sostiene que los modelos econométricos permiten identificar relaciones estructurales entre variables macroeconómicas y desempeño financiero empresarial (Mayett Moreno et al., 2022).

En primer término, se estimaron las principales variables macroeconómicas utilizadas en la valoración financiera de proyectos, considerando indicadores de inflación, tasas de interés, crecimiento económico y volatilidad del mercado financiero. Estos indicadores fueron obtenidos de informes estadísticos de organismos internacionales y bases de datos macroeconómicas utilizadas en estudios financieros comparables. La literatura reciente ha señalado que las variables macroeconómicas desempeñan un papel determinante en la estabilidad financiera y en la dinámica de la inversión productiva (Gómez Rodríguez et al., 2021).

A partir de la sistematización de la información se construyó una matriz de variables que permitió identificar los parámetros utilizados en la simulación probabilística de los flujos de caja. Los resultados descriptivos iniciales se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en la valoración financiera de proyectos**

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Inflación anual (%)	4.8	1.9	1.6	9.3
Tasa de interés (%)	7.2	2.4	3.5	12.1
Crecimiento del PIB (%)	2.9	1.7	-2.1	5.6
Rentabilidad del proyecto (%)	11.4	3.2	4.5	18.7
Valor presente neto (millones USD)	3.84	1.27	-0.92	7.21

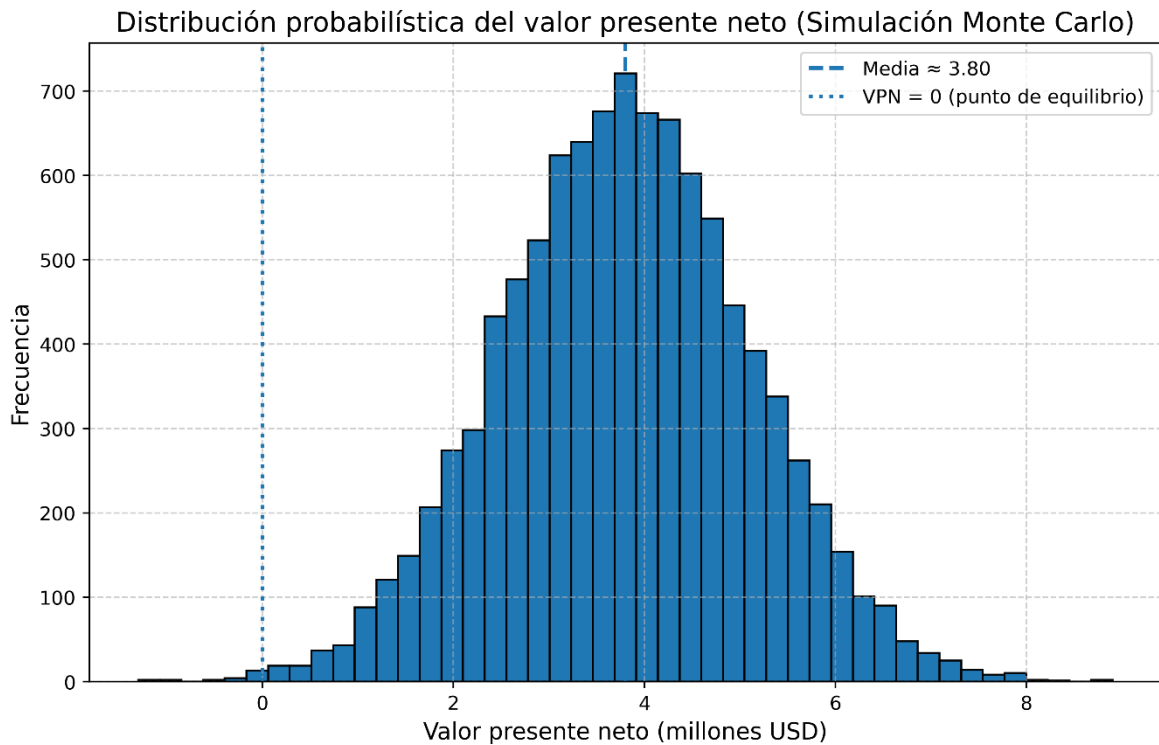
Nota. Las estadísticas descriptivas corresponden a la base de datos construida a partir de indicadores macroeconómicos utilizados en la modelación financiera del proyecto y en la simulación probabilística de los flujos de caja. Fuente. Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional y CEPAL.

Los resultados descriptivos muestran que la rentabilidad media estimada para los proyectos analizados se situó en 11.4 %, mientras que el valor presente neto promedio alcanzó 3.84 millones de dólares. No obstante, la desviación estándar observada evidencia una variabilidad considerable en los resultados financieros, lo que confirma la relevancia de incorporar métodos probabilísticos para la valoración de inversiones en entornos económicos volátiles. Investigaciones recientes sobre análisis financiero empresarial han señalado que la volatilidad macroeconómica influye de manera significativa en la dispersión de los indicadores de rentabilidad y en la evaluación del riesgo de inversión (Lechuga Montenegro et al., 2023).

Posteriormente, se aplicó la técnica de simulación Monte Carlo con el objetivo de estimar la distribución probabilística del valor presente neto del proyecto. Este procedimiento implicó la generación de 10 000 iteraciones utilizando distribuciones probabilísticas para variables críticas como ingresos proyectados, costos operativos y tasas de descuento. Este tipo de simulaciones permite representar múltiples escenarios económicos posibles y calcular probabilidades asociadas a resultados financieros específicos, mejorando la capacidad analítica de los modelos de valoración financiera (Delgado-Vélez, 2021).

Los resultados obtenidos muestran que el valor presente neto del proyecto presenta una distribución asimétrica con mayor densidad en valores positivos, lo cual indica una alta probabilidad de viabilidad financiera. La distribución de resultados se ilustra en la Figura 1.

**Figura 1. Distribución probabilística del valor presente neto estimado mediante simulación Monte Carlo**



Nota. La figura muestra la distribución probabilística del valor presente neto obtenida a partir de 10 000 iteraciones generadas mediante simulación Monte Carlo considerando la variabilidad de ingresos, costos operativos y tasas de descuento. Fuente. Elaboración propia a partir de la simulación estadística desarrollada en el estudio.

La simulación evidenció que aproximadamente el 78 % de las iteraciones generadas presentaron valores positivos del valor presente neto, lo que sugiere una probabilidad elevada de rentabilidad del proyecto en el horizonte de evaluación. Este tipo de resultados coincide con investigaciones sobre simulación financiera que destacan la utilidad de los modelos probabilísticos para estimar el riesgo asociado a proyectos de inversión y para mejorar la calidad de las decisiones estratégicas (Párraga Franco et al., 2021).

De forma complementaria, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple con el propósito de analizar la influencia de variables macroeconómicas sobre la rentabilidad esperada del proyecto. El modelo se especificó considerando como variable dependiente la rentabilidad

del proyecto y como variables independientes la inflación, la tasa de interés y el crecimiento del PIB. El uso de regresión múltiple en estudios financieros ha sido ampliamente documentado en la literatura económica como una herramienta adecuada para identificar relaciones causales entre variables macroeconómicas y desempeño financiero empresarial (Gaitán Riaño et al., 2023).

Los resultados econométricos se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Resultados del modelo de regresión lineal múltiple**

Variable independiente	Coefficiente $\beta$	Error estándar	Valor t	Significancia
Constante	6.12	1.21	5.04	0.001
Inflación	-0.42	0.15	-2.80	0.007
Tasa de interés	-0.36	0.12	-3.05	0.004
Crecimiento del PIB	0.58	0.18	3.21	0.002

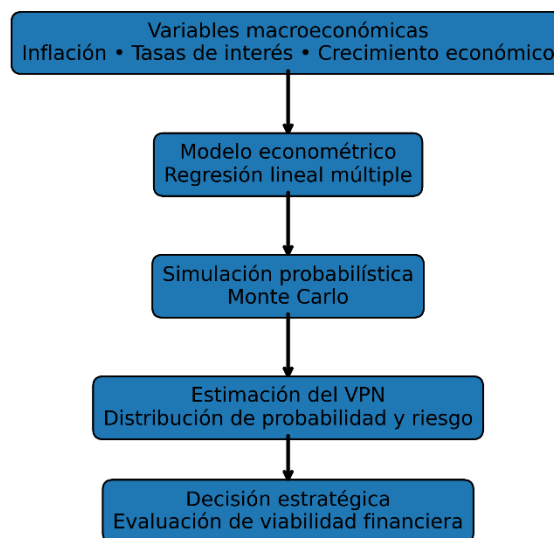
Nota. El modelo econométrico fue estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios considerando la rentabilidad del proyecto como variable dependiente y los principales indicadores macroeconómicos como variables explicativas. Fuente. Elaboración propia con base en el procesamiento econométrico de la base de datos del estudio.

El coeficiente de determinación del modelo alcanzó un valor de  $R^2 = 0.63$ , lo que indica que aproximadamente el 63 % de la variabilidad observada en la rentabilidad del proyecto puede explicarse mediante las variables macroeconómicas incluidas en el modelo. En términos interpretativos, los resultados muestran que la inflación y las tasas de interés presentan efectos negativos sobre la rentabilidad de los proyectos, mientras que el crecimiento económico tiene un impacto positivo sobre los retornos esperados. Este comportamiento ha sido documentado en estudios financieros recientes que evidencian la influencia directa de los ciclos económicos en la rentabilidad de las inversiones empresariales (Chaves-Maza & Fedriani, 2023).

Finalmente, con el propósito de sintetizar los resultados obtenidos mediante los diferentes métodos estadísticos aplicados, se presenta en la Figura 2 un esquema conceptual que integra la relación entre variables macroeconómicas, simulación probabilística y valoración financiera de proyectos.

### Figura 2. Modelo integrado de valoración financiera bajo incertidumbre económica

Modelo analítico para la valoración financiera de proyectos bajo incertidumbre económica



Nota. El modelo conceptual sintetiza el proceso analítico utilizado en la investigación, integrando variables macroeconómicas, métodos econométricos y simulación probabilística para estimar la rentabilidad esperada de los proyectos. Fuente. Elaboración propia con base en la estructura metodológica del estudio.

En conjunto, los resultados obtenidos confirman que la incorporación de métodos de estadística avanzada permite mejorar la precisión del análisis financiero de proyectos de inversión. La combinación de modelos econométricos y simulaciones probabilísticas ofrece una representación más realista de la incertidumbre económica, lo que facilita la evaluación de escenarios de riesgo y fortalece los procesos de toma de decisiones en materia de inversión. La literatura reciente sostiene que la integración de modelos cuantitativos avanzados en la evaluación financiera contribuye a mejorar la gestión del riesgo y la

eficiencia en la asignación de capital dentro de las organizaciones (Morales González et al., 2023).

## Discusión

Los resultados obtenidos permiten profundizar en la interpretación del papel que desempeñan los modelos matemáticos en la valoración financiera de proyectos bajo incertidumbre económica. En primer lugar, la simulación Monte Carlo evidenció que la variabilidad de los flujos de caja y de las tasas de descuento influye significativamente en la distribución probabilística del valor presente neto. El predominio de escenarios con valores positivos del VPN sugiere que el uso de modelos probabilísticos permite generar estimaciones más consistentes sobre la viabilidad financiera de los proyectos, al integrar múltiples escenarios económicos dentro del análisis.

Por otra parte, el modelo de regresión lineal múltiple permitió identificar que variables macroeconómicas como la inflación y las tasas de interés presentan efectos negativos sobre la rentabilidad esperada, mientras que el crecimiento económico ejerce una influencia positiva sobre los retornos de la inversión. Estos resultados reflejan la estrecha relación existente entre el entorno macroeconómico y el desempeño financiero de los proyectos, evidenciando que condiciones económicas adversas pueden incrementar los costos financieros y reducir las expectativas de rentabilidad.

Asimismo, la dispersión observada en los resultados derivados de la simulación probabilística confirma la importancia de adoptar enfoques analíticos que permitan representar la incertidumbre inherente a los procesos de inversión. El análisis basado en múltiples escenarios proporciona una visión más amplia del riesgo financiero asociado a los proyectos y contribuye a mejorar la capacidad de las organizaciones para evaluar el desempeño económico de sus inversiones y gestionar adecuadamente los riesgos financieros.

En síntesis, la integración de modelos econométricos, simulaciones probabilísticas y análisis financiero constituye un enfoque metodológico pertinente para evaluar proyectos en

contextos caracterizados por volatilidad económica. La utilización de herramientas cuantitativas avanzadas fortalece la capacidad predictiva de los modelos financieros y mejora la calidad de los procesos de toma de decisiones estratégicas dentro de las organizaciones.

## Conclusiones

En términos analíticos, los resultados del estudio evidencian que la incorporación de modelos matemáticos avanzados mejora significativamente la precisión de la valoración financiera de proyectos en contextos de incertidumbre económica. La aplicación de la simulación Monte Carlo permitió representar la variabilidad de los flujos de caja y estimar la distribución probabilística del valor presente neto bajo múltiples escenarios económicos, observándose que una proporción considerable de las iteraciones generadas presentó valores positivos del VPN. Este comportamiento demuestra que el uso de herramientas probabilísticas permite superar las limitaciones de los modelos determinísticos tradicionales y facilita una evaluación más realista del riesgo asociado a las decisiones de inversión.

Desde la perspectiva econométrica, el análisis desarrollado mediante el modelo de regresión lineal múltiple permitió identificar la influencia significativa de las variables macroeconómicas sobre la rentabilidad de los proyectos. Los resultados mostraron que la inflación y las tasas de interés ejercen efectos negativos sobre el desempeño financiero de las inversiones, mientras que el crecimiento económico presenta una incidencia positiva en los retornos esperados. Estos hallazgos evidencian que el entorno macroeconómico constituye un factor determinante en la viabilidad financiera de los proyectos, dado que condiciones económicas adversas tienden a incrementar los costos del capital y a reducir la rentabilidad de las inversiones.

Finalmente, desde una perspectiva metodológica integral, los resultados confirman que la integración de modelos econométricos, simulaciones probabilísticas y análisis financiero constituye un enfoque adecuado para evaluar proyectos en entornos caracterizados por elevada volatilidad económica. La utilización conjunta de estas herramientas permite estimar la sensibilidad de los resultados financieros frente a cambios en variables macroeconómicas,

identificar escenarios de riesgo y mejorar la calidad de los procesos de toma de decisiones. En consecuencia, la modelación matemática aplicada a la valoración financiera se consolida como un instrumento estratégico para fortalecer la planificación económica y optimizar la asignación de recursos dentro de las organizaciones.

### Referencias bibliográficas

Betancourt Gómez, M. E. (2022). Organización industrial de la banca, regulación financiera y antimonopolios. *Contaduría y Administración*, 67(4), 255-278. doi:10.22201/fca.24488410e.2022.2893.

Briceño Núñez, C. E. (2022). La lógica difusa como herramienta para la toma de decisiones en empresas venezolanas de servicios privados de salud médica. *Universidad & Empresa*, 24(42). doi:10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.10188.

Charles Leija, H., Aguirre, J., & Sánchez, R. (2021). Satisfacción laboral de los emprendedores en México, retos y beneficios. *Contaduría y Administración*, 66(3), 1-21. doi:10.22201/fca.24488410e.2021.2524.

Chaves-Maza, M., & Fedriani, E. M. (2023). Evaluación del desempeño de los emprendedores: factores a considerar en la definición de éxito empresarial. *Contaduría y Administración*, 68(2), e385. doi:10.22201/fca.24488410e.2023.3215.

Climent Hernández, J. A., Rodríguez Benavides, D., & Martínez Palacios, M. T. V. (2022). Producto estructurado para minimizar costos energéticos de producción sustituyendo petróleo por gas. *Contaduría y Administración*, 67(1). doi:10.22201/fca.24488410e.2022.3035.

Delgado-Vélez, L. D. (2021). Desarrollo de un modelo de planeación financiera para una compañía de alimentos utilizando simulación Monte Carlo. *Entramado*, 17(2), 24-40. doi:10.18041/1900-3803/entramado.2.7563.

Esteban Aguirre, M. A., Rodríguez-Reyes, L. R., & Sierra-Juárez, G. (2022). Productos derivados para cobertura del riesgo de longevidad: estimación de mortalidad y simulaciones con datos mexicanos. *Contaduría y Administración*, 67(3). doi:10.22201/fca.24488410e.2022.3290.

Gaitán Riaño, S., Ospina Mejía, J., & Sierra Jaramillo, A. M. (2023). Volatilidad y creación de valor en el mercado integrado Latinoamericano. *Contaduría y Administración*, 68(1), 58-76. doi:10.22201/fca.24488410e.2023.3080.

Gaona Montiel, F. G. (2023). Estudio funcional de la volatilidad en bolsa y los contratos de opciones: las inversiones en el mercado mexicano de derivados (MexDer). *Contaduría y Administración*, 68(1), 182-206. doi:10.22201/fca.24488410e.2023.4520.

Gómez Rodríguez, T., Ríos Bolívar, H., & Zambrano Reyes, A. (2021). Interacción entre crecimiento económico, estabilidad e inclusión financiera: evidencia empírica internacional. *Contaduría y Administración*, 66(1). doi:10.22201/fca.24488410e.2021.2498.

Lechuga Montenegro, J., Vega Miranda, F., & Valdés Iglesias, E. (2023). El tipo de cambio y el precio del petróleo: un análisis para la economía mexicana. *Contaduría y Administración*, 68(1), 164-181. doi:10.22201/fca.24488410e.2023.4480.

León, J. C. (2022). Influencia del entorno macroeconómico en la creación de empresas en Perú. *Contaduría y Administración*, 67(4), 341-364. doi:10.22201/fca.24488410e.2022.3242.

Mayett Moreno, Y., Zuluaga Muñoz, W., & Guerrero Cabarcas, M. J. (2022). Gestión financiera y desempeño en MiPyMes colombianas y mexicanas. *Investigación Administrativa*, 51(130). doi:10.35426/iav51n130.06.

Meléndez, N. (2023). Opciones reales y su aplicación en la valoración de proyectos de inversión TI. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*.

Merlo, A., et al. (2021). Análisis financiero mediante índices y coeficientes para la interpretación de la situación empresarial.

Morales González, V. M., Dávila Aragón, G., & Ortiz Arango, F. (2023). La popularidad de las marcas y su valor económico en el marco de las finanzas corporativas: un análisis de aprendizaje máquina. *Contaduría y Administración*, 68(1), 289-323. doi:10.22201/fca.24488410e.2023.4665.

Murgas Téllez, B., Henao-Pérez, A. A., & Guzmán Acuña, L. (2023). Opciones reales y su aplicación en proyectos de energía renovable. Revisión de estado del arte. *Región Científica*, 2(1). doi:10.58763/rc202349.

Olivares Aguayo, H. A., Bucio Pacheco, C., & Martínez Vázquez, D. C. (2021). Portafolios de inversión de los índices de actividad económica de rendimiento total de la Bolsa Mexicana de Valores: portafolio de media-varianza vs portafolio Cópula-GARCH. *Contaduría y Administración*, 66(4), e2966. doi:10.22201/fca.24488410e.2021.2966.

Párraga Franco, S. M., Pinargote Vázquez, N. F., García Álava, C. M., & Zamora Sornoza, J. C. (2021). Indicadores de gestión financiera en pequeñas y medianas empresas en Iberoamérica: una revisión sistemática. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(spe2), 00026. doi:10.46377/dilemas.v8i.2610.

Pérez, R. (2021). Modelación financiera: conceptos y aplicaciones en la evaluación de proyectos.

Ramírez Denis, C. A., Quirama Estrada, U., Montes Gómez, L. F., & Sepúlveda-Aguirre, J. (2022). Estructura para la valoración de franquicias: aproximación mediante opciones reales. *Contaduría y Administración*, 67(3). doi:10.22201/fca.24488410e.2022.2938.

Rodríguez Fajardo, L. M., & Donoso Anes, A. (2022). Propuesta teórica de una metodología para el análisis de los riesgos empresariales por procesos y lógica difusa en el sector turístico cubano. *Contaduría y Administración*, 67(3), e348. doi:10.22201/fca.24488410e.2022.3474.

Segovia, D. (2023). Redes neuronales artificiales en finanzas: evaluación de proyecciones financieras y modelos predictivos.

Velázquez Alejos, A. A., Morgan Beltrán, J., & Banda Ortiz, H. (2023). Ejercicio de decisiones de inversión a través de valoración por opciones reales. Horizontes Empresariales, 22(1), 19-32. doi:10.22320/hem.v22i1.6023.

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés