

Modelo Montecarlo Aplicado Valor Presente Neto en una Empresa en el Estado de Nuevo León

J. M. Gutiérrez Valdivia^{#1}, C. Ramírez Ángeles^{#2}, L. Corona Rabelo^{#3}, B. Robledo Ramos^{#4}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Chapala, Academia Gestión Empresarial y Academia Gastronomía, Jalisco, México

¹ch210111468@chapala.tecmm.edu.mx, ²carlos.ramirez@chapala.tecmm.edu.mx,

³lina.corona@chapala.tecmm.edu.mx, ⁴bernabe.robledo@chapala.tecmm.edu.mx

Resumen— El propósito de este trabajo es mostrar a la comunidad, la aplicación del modelo Montecarlo en un estudio financiero del Valor Presente Neto (VPN). El objetivo es realizar un modelo estocástico en un ambiente financiero, en una empresa en el estado de Nuevo León. Para mostrarla, se utilizó el modelo Montecarlo sobre Valor Presente Neto. Las implicaciones en el ámbito educativo, los estudiantes podrán implementar modelos estocásticos en finanzas, lo que mejorará su comprensión del riesgo y la toma de decisiones empresariales. Se logró el objetivo de entender el modelo Montecarlo con VPN, para que en un proceso posterior se aplique en un estudio de caso. Como conclusiones se tiene que el método Montecarlo es una herramienta útil para evaluar el riesgo y la incertidumbre en proyectos de inversión. El modelo desarrollado permite a las empresas tomar decisiones más informadas sobre la viabilidad financiera de sus proyectos y Se recomienda realizar pruebas de campo o estudios de caso para seguir mejorando el modelo.

Palabras clave— Análisis de riesgo, Método Montecarlo, Valor Presente Neto.

Abstract— The purpose of this work is to demonstrate to the community the application of the Monte Carlo model in a financial study of Net Present Value (NPV). The objective is to develop a stochastic model of a company's financial environment in the state of Nuevo León. To illustrate this, the Monte Carlo model was applied to Net Present Value. In an educational context, students will be able to implement stochastic models in finance, enhancing their understanding of risk and business decision-making. The goal of comprehending the Monte Carlo model with NPV was achieved, paving the way for its application in a case study. Conclusively, the Monte Carlo method is a valuable tool for assessing risk and uncertainty in investment projects. The developed model empowers companies to make more informed decisions regarding the financial viability of their projects, and conducting field tests or case studies is recommended for further refinement.

Keywords— Risk Analysis, Monte Carlo Method, Net Present Value.

I. INTRODUCCIÓN

En trabajos con métodos deterministas, el supuesto es que conocemos todas las variables y las podemos medir con exactitud. En la realidad, saber los datos exactos es muy difícil, no se tienen los datos exactos; cambian constantemente y varían con el pasar del tiempo.

La investigación está planteada en función del proyecto llamado "Toma de decisiones de inversión en la planeación empresarial. Etapa 2", Línea de investigación autorizada por el Tecnológico Nacional de México: Clave LGAC-2022-SMAR-IGEM-536, Planeación Empresarial, Calidad y Competitividad, aplicado en el Instituto Tecnológico Mario Molina Pasquel y Enríquez Unidad Chapala, código ITMM-CPII-2023-1-002, con título de proyecto, para el periodo agosto – diciembre 2024, siendo un análisis tipo ensayo.

El problema es no saber el método Montecarlo y sus aplicaciones. Propósito y justificación de este trabajo es aprender a aplicar el modelo Montecarlo (métodos estocásticos), en un estudio financiero con Valor Presente Neto, para después enseñarlo en aulas y aplicarlo en la industria. El objetivo del trabajo es realizar un modelo estocástico del Valor Presente Neto incluyendo incertidumbre de algunas variables como la inflación, Producto Interno Bruto, la Inversión inicial, Flujo Neto de Efectivo ergo Valor Presente Neto. La hipótesis es implementar un modelo estocástico de Valor Presente Neto, mejorando la precisión de las evaluaciones.

Las implicaciones de este trabajo es mostrar a la comunidad científica los avances realizados en la investigación, por medio de este simposio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación según el objeto de estudio es básico, la extensión es censal, las variables son experimentales, por su nivel de análisis es cuantitativa, por obtención de datos es documental y su ubicación temporal es histórica. La metodología del presente trabajo, es relacionar el Valor Presente Neto con el método Montecarlo. La base conceptual y estado del arte está precedida en los trabajos de Ramírez Ángeles y col. [1], Vázquez Buenrostro y col. [2], Ramírez Ángeles [3], Azmat y Arshad [4], Kherroube y Boukhetala [5], y en los trabajos que fueron mencionados previamente. El Valor Presente Neto ayuda a evaluar alternativas y tomar decisiones. Valora la equivalencia económica que tendrá una cantidad en el futuro, en comparación con su valor económico actual, debido al cambio de su poder adquisitivo. Está definida por Riggs y

col. [6], como “El premio al riesgo de invertir”. Para obtenerla en la ecuación 1 donde se muestra la fórmula del VPN:

$$VPN = -P + \frac{Vp\ 1}{(1+i)^1} + \frac{Vp\ 2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Vp\ n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

Donde VPN es el Valor Presente Neto. P es la inversión inicial y como es salida es negativo Vp es el Valor Presente por año. El factor de descuento está dado por el denominador, uno más interés representado por i elevado por el número de periodos está representado por n.

El procedimiento utilizado para el diseño de la investigación se basó en el trabajo de Moreno Gómez y Suárez Caicedo [7], se establecieron las variables dependientes o de salida y las independientes o de entrada, que son tasa de ganancia, inflación, PIB, todo en un esta de resultados de una empresa, la variable de salida es el VPN; de estas variables se subdividió en variables internas, estos son las que dependen de la empresa y las externas esto es, las que no se pueden modificar por parte de la empresa y están dadas como la inflación o el Producto Interno Bruto, estas variables impactan en la empresa según el grado de variación de un periodo a otro; el siguiente paso es establecer el tipo de distribución que puede ser normal o no normal, de las variables antes mencionadas. Desarrollado lo anterior, se pasa a realizar el modelo del valor presente neto. Como siguiente paso se elabora la columna de promedios y la gráfica de estabilidad, en este proceso se encuentra el promedio, la desviación estándar y la utilidad promedio del Valor Presente Neto; para después, realizar la gráfica de estabilidad, si tiende a ser horizontal, se considera que el modelo puede ser estable ya que las últimas interacciones tienden a ser horizontal, de lo contrario se debe de revisar el modelo. A continuación, se realiza una prueba de hipótesis de la utilidad para identificar si sigue una distribución normal, se realiza la prueba de bondad de ajuste; teniendo esa información, se calcula el número de corridas o simulaciones necesarias para que el modelo se estabilice. Se considera un nivel de confianza del 95% y un error del 5%, en función de esto, se establece el número de corridas o simulaciones; si es distribución normal o distribución no normal. Se realizan después 5 réplicas, de simulación en función de la cantidad de corridas establecidas; se calcula el intervalo de confianza de la utilidad esperada con un nivel de confianza del 95%. Se encuentran los mínimos, máximos, promedios, desviación estándar de todas las interacciones. Se procede a generar la gráfica de estabilización usando los promedios de los VPN obtenidos.

Para explicar las variables, establecimos primero el Balance General, se obtuvieron los datos del balance general del trabajo de Moreno Gómez y Suárez Caicedo [7], las variables que se manejan son tasa de ganancia, inflación,

PIB, todo en un esta de resultados de una empresa, la variable de salida es el VPN.

Describiendo el procedimiento, en primer lugar, se plantea el problema, establecido anteriormente, en función de las variables establecidas; en segundo lugar, se generan números aleatorios para la simulación del comportamiento de la empresa o de un sistema, estos números aleatorios siguen la distribución de variables de entradas y salidas. En tercer lugar, se realizaron múltiples simulaciones virtuales generadas por los números aleatorios; se genera una variable de salida que en nuestro caso es el Valor Presente Neto y cada resultado representa una simulación dada. En cuarto lugar, se generan varias simulaciones, varios resultados, que se recopilarán en una base de datos para su próximo análisis. En quinto lugar, se realizará un estudio estadístico, de medidas de tendencia central, en dicha base de datos. En sexto lugar, validaremos los resultados, verificando si el sistema es estable, esto es que la gráfica tienda a ser horizontal; si no es estable se repite corrigiendo la muestra. En último lugar, se realiza la conclusión. Como antecedente de la aplicación del método se tiene un trabajo ya publicado con Buenrostro y col. [2], siendo la base del presente trabajo para su presentación. Se planea utilizar estos métodos en la enseñanza a nivel licenciatura, para después llevarlo a la práctica en la industria.

III. FUNDAMENTACIÓN

Se desarrolló el estudio del impacto de variables económicas en el balance general de una empresa en Nuevo León (2005-2020), donde se analizaron tres bases de datos: PIB, inflación y balance general, donde se obtuvieron los datos del INEGI y del Banco de México [8-10] se seleccionaron variables clave: activo circulante, pasivo circulante, PIB, inflación e inversión inicial. Se simuló el impacto de estas variables en el balance general utilizando una macro en hoja de cálculo. Se analizaron diferentes escenarios con distribuciones normales y uniformes para las variables. El estudio permite a las empresas evaluar el impacto de las condiciones económicas en su salud financiera. Los resultados son sobre el VPN. Se realizaron cien interacciones o simulaciones de VPN, quiere decir que tenemos 100 resultados diferentes del VPN de un mismo ejercicio. Después, se procede a la estabilización de los datos por medio de realizar un promedio de los datos, se ven los resultados en la figura 1, donde la gráfica tiende a ser de forma horizontal.

Con la información obtenida, se calcula el número de corridas necesarias para que, el modelo se estabilice. Por medio de un análisis de distribución normal se establece que los datos obtenidos tienen una distribución normal y nos proponen hacer 384 interacciones o suposiciones o corridas o simulaciones para minimizar el error si no fuera normal nos propondrían 2000 interacciones. al final se hicieron 2800

interacciones o simulaciones, puesto que, cuanto más simulaciones se realicen, menor es el error. De los datos obtenidos se siguió con el promedio y se obtuvo la gráfica de estabilización de 2800 interacciones que se observa en la Figura 1 Estabilización 2800 interacciones.



Fig. 1. Estabilización 2800 interacciones

De los datos obtenidos, se elaboraron la clase, frecuencia y porcentaje acumulado. Se puede observar el comportamiento de la variable del valor presente neto sus mínimos, promedios, máximos, clases entre otras variables. Para poderlo analizar correctamente, se desarrolló un análisis estadístico descriptivo.

IV. RESULTADOS

Donde se tiene el siguiente análisis: Medidas de centralización: Promedio y mediana: \$22,306,609.94 y \$22,306,471.9. Moda: No hay valores repetidos. Medidas de dispersión: Error típico: \$893,883.79, Desviación estándar: \$893,883.79, Varianza: considerable variación en los valores. Forma de la distribución: Curtosis: distribución menos puntiaguda que la normal. Asimetría: distribución simétrica. Rango de valores: Mínimo: \$19,523,192.67 Máximo: \$25,225,213.99 Cuartiles: Q1: Mínimo Q2: \$21,689,261.62 Q3: \$22,936,229.10 Q4: Máximo. Probabilidad de ganancias: 50% entre \$21,689,261.62 y \$22,936,229.10 25% entre el mínimo y \$21,689,261.62 25% entre \$22,936,229.10 y el máximo. Donde se deduce que el VPN tiene una distribución normal con un promedio de \$22,306,609.94. Hay un 50% de probabilidad de generar ganancias entre \$21,689,261.62 y \$22,936,229.10. El rango mínimo de VPN es de \$19,523,192.67 y el máximo es de \$25,225,213.99. Como discusión del trabajo explicamos el significado de los resultados, donde se aplicó el método Montecarlo al VPN, un tema poco explorado en las aulas a nivel licenciatura. Conocimiento práctico: Se desarrolló un modelo para evaluar la viabilidad financiera de un proyecto utilizando el método Montecarlo y el VPN. Resultados: La tendencia central (promedio y mediana) indica una distribución equilibrada, lo que es positivo para la estabilidad financiera. La alta variabilidad de los datos financieros

refleja cambios en el entorno económico. La distribución de los datos es casi simétrica, lo que aporta equilibrio al modelo. Hay un 50% de probabilidad de generar ganancias entre \$21,689,261.62 y \$22,936,229.10.

V. CONCLUSIÓN

Se logró el objetivo de aprender y aplicar el método Montecarlo al VPN ya que en nuestra unidad académica no se aplica y ahora se empezará su enseñanza. El estudio abre la puerta a modelos más elaborados que incluyan más variables. Se recomienda realizar pruebas de campo o estudios de caso para seguir mejorando el modelo. Limitaciones: No se incluyeron todas las variables propuestas por Ramírez y col. [11]. El estudio se basa en una simulación y no en datos reales. Posición del autor: El autor tiene la convicción de que el estudio ha permitido aprender la aplicación del método Montecarlo al VPN y ha contribuido a la literatura sobre el tema. Se propone continuar la investigación con estudios de caso y pruebas de campo para mejorar el modelo. Sugerencias: Desarrollar un estudio de caso y contrastarlo con la realidad, además de comparar con otra empresa los resultados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Chapala, por todas las facilidades dadas para la elaboración de este documento; al director de Unidad Académica Chapala, Dr. Francisco Javier Quezada Andrade; al Jefe de División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Dr. Pablo Rojas Muñoz; a la Jefa de Departamento Académico de Gastronomía, Lic. Ma. Del Pilar Castro Buenrostro; al Enlace de Investigación de la Unidad Chapala, Dr. Francisco Javier Luis Juan Barragán. A los docentes en activo y retirados que nos apoyaron a la comprensión de diversos temas. A todos los docentes de la Unidad Chapala por su compañerismo. A los trabajadores administrativos y de mantenimiento, que nos enseñan y apoyan. A todos los estudiantes y ex alumnos, que nos invitan a la superación. A todas nuestras familias con amor.

REFERENCIAS

- [1] C. Ramírez Angeles, J. A. Aguilera Cuevas, O. J. Carrasco Magallanes, J. C. Pérez Rojas, "Punto de Equilibrio Multi Producto en una Distribuidora (Break Even Point Multi Products At Distributor)," *Pistas Educativas*, vol. 43, no. 141, 2022. [En línea] Disponible en: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2816>.
- [2] A. Vázquez Buenrostro, K. L. Ruiz Lomas, C. Ramírez Angeles, "Valor Presente Neto: Costo/Beneficio De Las Tandas (Net Present Value: COST/BENEFIT OF BATCHES)," *Pistas Educativas*, vol. 42, no. 138, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2331>.

- [3] C. Ramírez Ángeles, *Ingeniería económica, nociones básicas* 1.^a ed., Chapala, Jalisco, 2022.
- [4] M. Azmat and S. Arshad, "Role of Financial Analysis in Investment Decision Making: A Review of Literature," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 10, no. 7, pp. 229-243, 2020.
- [5] M. Kherroubi and D. Boukhetala, "Decision-making based on net present value (NPV) and internal rate of return (IRR): comparative study," in *SN Applied Sciences*, vol. 3, no. 3, pp. 1-10, 2021.
- [6] J. L. Riggs, D. D. Bedworth, and S. U. Randhawa. *Ingeniería Económica*. México D.F. Alfaomega, 2019.
- [7] Moreno Gómez, N. E., & Suárez Caicedo, L. E. (2023). *Ingeniería económica*.
- [8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023). Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/#Tabulado>
- [9] Banco de México (2023). Encuestas sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado [En línea]. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/encuestas-sobre-las-expectativas-de-los-especialis/%7B957E5C90-525A-0C48-6CA7-50FA71DC96AF%7D.pdf>.
- [10] [12] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Calculadora de inflación. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/indicesdeprecios/calculadorainflacion.aspx>.
- [11] C. Ramírez Ángeles, J. M. Gutiérrez Valdivia y B. Robledo Ramos, "Avances en la Enseñanza y Aplicación del Modelo Montecarlo al Análisis del Valor Presente Neto (Advances in the Teaching and Application of The Monte Carlo Model in the Analysis of Net Present Value)," *Pistas Educativas*, vol. 45, no. 145, 2023. [En línea] Disponible en: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3187>.