



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN AUDITORÍA INTEGRAL Y GESTIÓN DE RIESGOS
FINANCIEROS**

Análisis de Riesgo de un Proyecto de Inversión

**Trabajo de graduación previo a la obtención de título en Magíster en
Auditoría Integral y Gestión de Riesgos Financieros**

AUTOR:

ING. EINSTEIN EDUARDO ALVARADO LUDEÑA

DIRECTOR:

ECO. LUIS GABRIEL PINOS LUZURIAGA, MGT

CUENCA – ECUADOR

2019

ANÁLISIS DE RIESGO DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN

Einstein Eduardo Alvarado Ludeña

Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

RESUMEN

Las Empresas Públicas del Ecuador tienen la obligación de reactivar el sector productivo y social a través de la ejecución de proyectos de inversión pública es por esto que la evaluación de sus proyectos deben realizarse de forma integral donde se considere a más de las viabilidades técnica, financiera, económica, ambiental y sostenibilidad social, la incertidumbre y el riesgo que pueden presentarse durante todo el ciclo del proyecto, por lo que el presente trabajo de investigación se enfoca en identificar y cuantificar el riesgo de un proyecto de inversión pública mediante el Análisis de Sensibilidad y la Simulación Monte Carlo. En base a los resultados obtenidos se estima que el proyecto “Portal Regional de Artesanías de Cuenca” tiene una probabilidad del 0,00% de que el VAN es menor que cero y se evidencia que existe un 100% de probabilidad que la TIR es mayor a la tasa de descuento y que la Relación B/C es mayor a 1, resultados que garantizan la rentabilidad financiera del proyecto de inversión pública; y, por último el análisis de sensibilidad del proyecto muestra que la variable más significativa son los ingresos afectando con un 96,74% al VAN.

Palabras clave: Empresa pública, proyecto de inversión pública, riesgo, análisis de sensibilidad, simulación Monte Carlo y @Risk.


RISK ANALYSIS OF AN INVESTMENT PROJECT

ABSTRACT

The Public Companies of Ecuador have the obligation to reactivate the productive and social sector through the execution of public investment projects. Therefore, the evaluation of their projects must be carried out in an integral manner where social sustainability, technical, financial, economic and environmental feasibilities are considered along with the uncertainty and risk that may arise during the entire project cycle. This research work focuses on identifying and quantifying the risk of a public investment project through Sensitivity Analysis and the Monte Carlo Simulation. Based on the obtained results, it is estimated that the project "Portal Regional de Artesanías de Cuenca" has a probability of 0.00% that the NPV is less than zero, it is shown that there is a 100% probability that the IRR is higher than the discount rate and that the B/C ratio is greater than 1. These results guarantee the financial profitability of the public investment project and the sensitivity analysis of the project shows that the most significant variable is income, affecting 96.74 % of the VAN.

Keywords: Public company, public investment project, risk, sensitivity analysis, Monte Carlo simulation and @Risk.




Translated by
Ing. Paul Arpi

INTRODUCCIÓN

Una de las responsabilidades de las empresas públicas del Ecuador es fomentar el desarrollo sostenible, sustentable, descentralizado y desconcentrado del Estado, contribuyendo así la satisfacción de las necesidades básicas de la población, asimismo reactivan el sector productivo y social a través de la ejecución de proyectos de inversión pública con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

La ejecución de los proyectos de inversión pública de la Empresa Pública Municipal de Desarrollo Económico de Cuenca (EDEC EP) se fundamenta básicamente en la viabilidad económica y financiera, es decir, el proyecto debe presentar beneficios económicos sociales e indicadores financieros aceptables (valor actual neto mayor a cero y una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento); sin embargo, la empresa no considera el riesgo y la incertidumbre que pueden presentarse durante todo el ciclo del proyecto desde la identificación hasta la evaluación de resultados.

Con los aspectos mencionados se desarrolla un análisis de riesgo en el proyecto “Portal Regional de Artesanías de Cuenca (PRAC)” de la EDEC EP mediante la aplicación de los métodos Análisis de Sensibilidad y Simulación Monte Carlo.

Es importante mencionar que existen trabajos de investigación que aplican la simulación Monte Carlo en el análisis de riesgo en proyectos de inversión, tal es el caso de Rodríguez & Tudela (2018), Arango (2016), Tudela (2015), Toro, Ledezma, & Escobar (2015), Gómez & Orobio (2015), Núñez Viveros, Gallego Hidalgo, & Vera (2013), Díaz et al. (2011) y Bazzani C & Cruz T (2008).

De esta forma el artículo se divide en 5 secciones: en primer lugar se presenta el estado del arte, en segundo lugar se muestra la metodología, seguido de los resultados, luego la discusión y por último las conclusiones del trabajo de investigación.

ESTADO DEL ARTE

La Planificación Nacional y la Inversión Pública en el Ecuador está bajo la responsabilidad de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), institución que brinda metodologías para la presentación de los proyectos de inversión pública con la finalidad de que las entidades del sector público encuentren procedimientos más efectivos en el proceso de aprobación, gestión y ejecución de programas y proyectos.

De esta manera SENPLADES (2012) define al proyecto de inversión pública como: “un conjunto de actividades organizadas y estructuradas dentro de una misma lógica secuencial, afinidad y complementariedad, agrupadas para cumplir un propósito específico y contribuir a la solución de un problema” (p.30).

Por otra parte, en la evaluación de proyectos, los conceptos de riesgo e incertidumbre se diferencian en que, mientras que el primero considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el segundo enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. En otras palabras, existe riesgo cuando los posibles escenarios y sus resultados se conocen, y cuando hay antecedentes para estimar su distribución de frecuencia. (Sapag, 2011, p.332)

En lo que respecta a la metodología, la investigación utiliza dos métodos, el primero es el Análisis de Sensibilidad que es el método más tradicional y común se conoce como modelo de la sensibilización de Hertz, o análisis multidimensional, el cual analiza qué pasa con el VAN cuando

se modifica el valor de una o más variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación. (Sapag, 2011, p.344); y, el segundo es la simulación Monte Carlo el cual genera numerosos resultados que puede tomar el VAN del proyecto si a cada factor que condiciona el flujo de caja se le asigna, aleatoriamente, un valor probable de ocurrencia. Al aplicar repetidas veces la selección de valores aleatorios para cada uno de los factores, dentro de su propia distribución de probabilidad, se logra obtener un número suficiente de resultados como para pronosticar la forma de la distribución del comportamiento probabilístico del VAN. (Sapag, 2011, p.349)

Existen estudios que confirman que la Simulación Monte Carlo es un excelente método cuando se trata de evaluar proyectos con altos niveles de incertidumbre como lo muestra Rodriguez & Tudela (2018) quienes analizaron el riesgo de un proyecto de saneamiento encontrando que las variables que más impactan al VAN social es la inversión y los beneficios sociales y concluyen que el proyecto es viable con una probabilidad del 0,00% que el VAN es menor que cero. En cambio Arango (2016) demostró que el proyecto de generación de energía térmica con carbón tiene altos niveles de probabilidad de pérdida dado a que el 90% de los casos se encuentra entre una pérdida de 2.609 MM de pesos y una utilidad de 8.037 MM de pesos. Tudela (2015) analizó el riesgo de un proyecto de agua potable donde las variables más relevantes fueron la inversión, los beneficios brutos totales y los costos de operación y mantenimiento, concluyendo que la probabilidad de viabilidad del proyecto es de 80,93%. Asimismo Toro, Ledezma, & Escobar (2015) analizaron el riesgo para la apertura de un programa académico en una institución de educación superior, concluyendo que el VAN del proyecto tiene un 33,34% de probabilidad de ser menor que cero y las variables con mayor impacto en el proyecto fueron la tasa de ingreso y la tasa de deserción. También Gómez & Orobio (2015) analizaron los efectos de la incertidumbre

en tiempo y costo en la programación de proyectos de construcción de carreteras evidenciando que las actividades más sensibles fueron la base granular, la sub base granular, la carpeta asfáltica, el cajero y las cunetas en concreto, concluyendo que estas actividades requieren un estricto control de costos durante su ejecución con el fin de limitar sobrecostos considerables. Por otra parte Núñez Viveros, Gallego Hidalgo, & Vera (2013) analizaron el riesgo del proyecto de cogeneración de energía eléctrica con base en gas natural estimando una probabilidad del 2,2% que el VAN del proyecto es negativo, asimismo Díaz et al. (2011) realizaron un análisis de riesgo al proyecto de recobro secundario mediante inyección de agua en un campo petrolero colombiano concluyendo que el proyecto tiene una probabilidad del 40% de tener un VAN negativo y finalmente Bazzani C & Cruz T (2008) analizaron el riesgo de un proyecto de expansión de una empresa de alimentos determinando que el proyecto no es viable debido a que el indicador de rentabilidad esperada es negativo y las variables con mayor impacto fueron la inflación y el incremento salarial.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se aplicó a un proyecto de inversión de la Empresa Pública Municipal de Desarrollo Económico (EDEC EP) de la ciudad de Cuenca, Provincia del Azuay con la finalidad de identificar las principales variables de riesgo y cuantificar el riesgo del proyecto.

En la investigación se trabajó con los programas Excel y @Risk los cuales permitieron aplicar la técnica de flujo de caja descontado y los métodos de Análisis de Sensibilidad y la Simulación Monte Carlo.

El procedimiento que se utilizó para analizar el riesgo del proyecto de inversión pública fue el siguiente:

Se construye un flujo de caja considerando el monto de inversión, el valor del préstamo, los ingresos y gastos de administración, operación y mantenimiento del proyecto. Luego se proyecta los ingresos y egresos en base a la inflación anual promedio y se determina la viabilidad del proyecto a través de los indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio/Costo (B/C).

Para calcular el VAN se aplicó la fórmula (Mete, 2014):

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^n FE(t) * (1 + i)^{(0 - t)} \right] + I(0)$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto.

FE (t): flujo de efectivo neto del período t.

i: tasa de expectativa o alternativa/oportunidad.

n: número de períodos de vida útil del proyecto.

I (0): inversión inicial (neta de ingresos y otros egresos).

Para calcular la TIR se aplicó la fórmula (Mete, 2014):

$$\sum_{t=0}^n FE/(1 + TIR)^t = VAN = 0$$

Donde:

TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno.

VAN: Valor Actual Neto.

FE (t): flujo de efectivo neto del período t.

n: número de períodos de vida útil del proyecto.

Para calcular la Relación Beneficio/Costo se aplicó la fórmula:

$$\text{Relación B/C} = \text{VAN Ingresos} / \text{VAN Egresos}$$

Posteriormente se realiza el Análisis de Sensibilidad ante cambios porcentuales en las variables: ingresos, inversión y gastos de administración, operación y mantenimiento. Luego se efectúa la Simulación Monte Carlo, para esto se determina las variables de entrada y su distribución de probabilidad que en este caso se escoge las mismas variables que se utilizaron en el análisis de sensibilidad:

- Para la variable de ingresos se utilizó la función distribución uniforme:

$$f(x) = \frac{1}{\max - \min}$$

- Para la variable inversión se utilizó la función distribución normal:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

- Para la variable de gastos de administración, operación y mantenimiento se utilizó la función distribución triangular :

$$f(x) = \frac{2(x - \min)}{(m. \text{likely} - \min)(\max - \min)} \quad \min \leq x \leq \text{más probable}$$

$$f(x) = \frac{2(\max - x)}{(\max - m. \text{likely})(\max - \min)} \quad \text{más probable} \leq x \leq \max$$

Una vez que se haya calculado las funciones de distribución se define al VAN, la TIR y a la Relación B/C como variables de salida y se ejecuta la Simulación Monte Carlo con diez mil iteraciones. Luego se calcula la probabilidad de viabilidad del proyecto de inversión pública, la probabilidad de que la TIR sea mayor que la tasa de descuento (7,75%) y la probabilidad que la

relación beneficio/costo sea mayor a 1; y, por último se realiza el análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública.

RESULTADOS

En la evaluación financiera del proyecto se consideró un horizonte de tiempo de 20 años, una tasa de descuento de 7,75% que representa el costo promedio de los recursos y una tasa de inflación anual promedio de 2,54%, con esta información se realizó el procesamiento del flujo de caja y el cálculo de los indicadores financieros, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1

Flujo de caja financiero

AÑO	INVERSIÓN (USD)	EGRESOS (USD)	INGRESOS (USD)	FLUJO NETO (USD)
0	2.970.482,76		2.468.114,35	-502.368,41
1		334.833,72	669.165,72	334.332,00
2		559.622,00	686.149,08	126.527,08
3		563.754,79	703.563,48	139.808,69
4		567.967,00	721.419,86	153.452,86
5		572.276,37	739.729,43	167.453,06
6		576.762,21	758.503,69	181.741,48
7		581.291,23	777.754,44	196.463,21
8		585.915,27	797.493,78	211.578,51
9		590.684,70	817.734,09	227.049,40
10		176.550,33	838.488,11	661.937,78
11		181.031,16	859.768,86	678.737,70
12		185.625,71	881.589,71	695.964,00
13		190.336,88	903.964,38	713.627,50
14		195.167,61	926.906,91	731.739,30
15		200.120,95	950.431,72	750.310,77
16		205.200,00	974.553,59	769.353,59
17		210.407,95	999.287,66	788.879,71
18		215.748,09	1.024.649,49	808.901,40
19		221.223,75	1.050.655,00	829.431,25
20		226.838,39	1.077.320,52	850.482,13
VAN	2.970.482,76	4.123.622,98	10.544.052,12	3.449.946,38
TIR				45,15%
REL. B/C				1,49

Fuente: elaboración propia.

De los indicadores financieros se obtiene un valor actual neto mayor a cero, una tasa interna de retorno superior a la tasa de descuento y una relación beneficio/costo mayor a 1 lo que significa que la empresa pública debe ejecutar el proyecto, el cual genera una ganancia de USD. 3.449.946,38 después de recuperar la inversión y por cada dólar que invierta en el proyecto obtiene una ganancia de 0,49 centavos de dólar; en otras palabras, el proyecto es rentable financieramente.

Una vez que se determinó la viabilidad del proyecto se procedió a realizar el análisis de sensibilidad, el cual permite observar el nivel de riesgo que tiene el proyecto ante cambios en las variables críticas, por lo tanto se realizó variaciones en más menos 10% en las variables: ingresos, inversión y gastos de administración, operación y mantenimiento; además se combinó todas las variaciones consiguiendo los siguientes efectos en los indicadores financieros:

Tabla 2

Análisis de sensibilidad

ESCENARIOS	VAN (USD)	TIR	RELACIÓN B/C
10% DISMINUCIÓN EN INGRESOS	2.395.541,17	25,04%	1,34
10% INCREMENTO EN INVERSIÓN	3.168.003,37	31,10%	1,43
10% INCREMENTO EN GASTOS DE A, O&M	3.279.901,10	42,49%	1,45
10% DISM. EN INGRESOS + 10% INCREM. INVERSIÓN Y GASTOS A, O&M	1.943.552,87	19,01%	1,26

Fuente: elaboración propia.

De los escenarios propuestos en la Tabla 2 se desprende que las variables consideradas en el análisis de sensibilidad ocasionan disminuciones significativas en el VAN, la TIR y en la Relación B/C, siendo los ingresos la variable más riesgosa para el proyecto causando una disminución en el VAN de USD. 1.054.405,21 (3.449.946,38 - 2.395.541,17) siguiendo la inversión y luego los gastos de administración, operación y mantenimiento; y, finalmente se observa en el último escenario que el proyecto sigue siendo rentable.

Como consecuencia de éste análisis se identificó como variables de riesgo (variables de entrada) del proyecto a los ingresos, inversión y gastos de administración, operación y mantenimiento luego se definió una distribución de probabilidad a cada variable utilizando el programa @Risk, cabe mencionar que la distribución de cada variable se definió basándose en investigaciones realizadas sobre análisis de riesgo de proyectos de inversión pública.

Para la variable ingresos se definió una distribución de probabilidad uniforme, con un ingreso promedio de USD. 669.165,72; un ingreso mínimo de USD. 602.249,15 y un ingreso máximo de USD. 736.082,29.

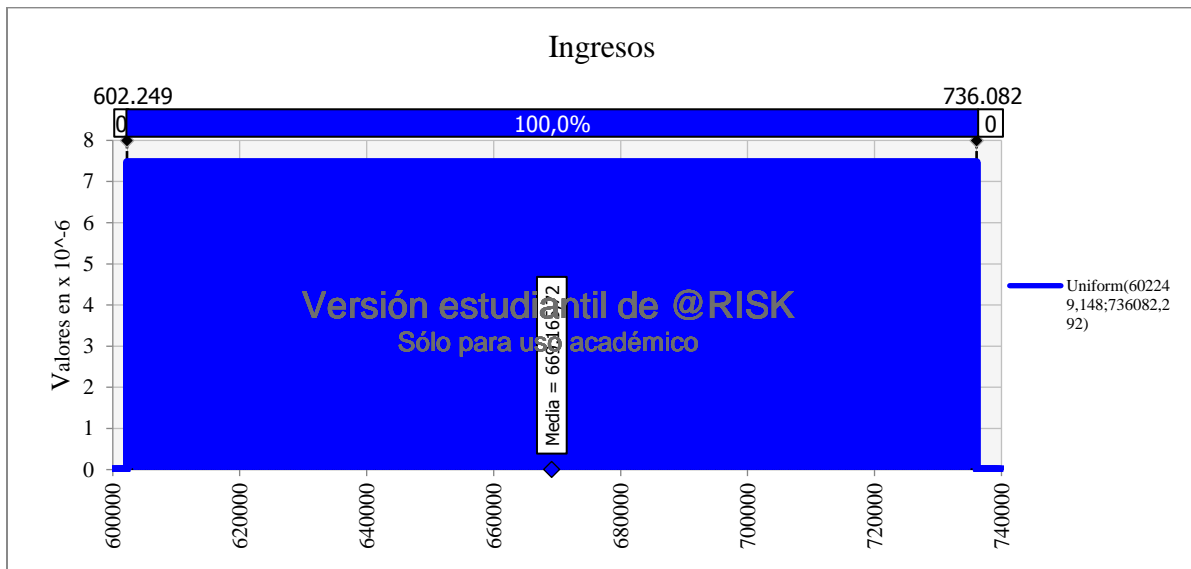


Figura 1. Distribución Uniforme – Variable Ingresos

Fuente: elaboración propia.

Para la variable inversión se definió una distribución de probabilidad normal, con una inversión promedio de USD. 502.368,41 y una volatilidad de USD. 50.236,84.

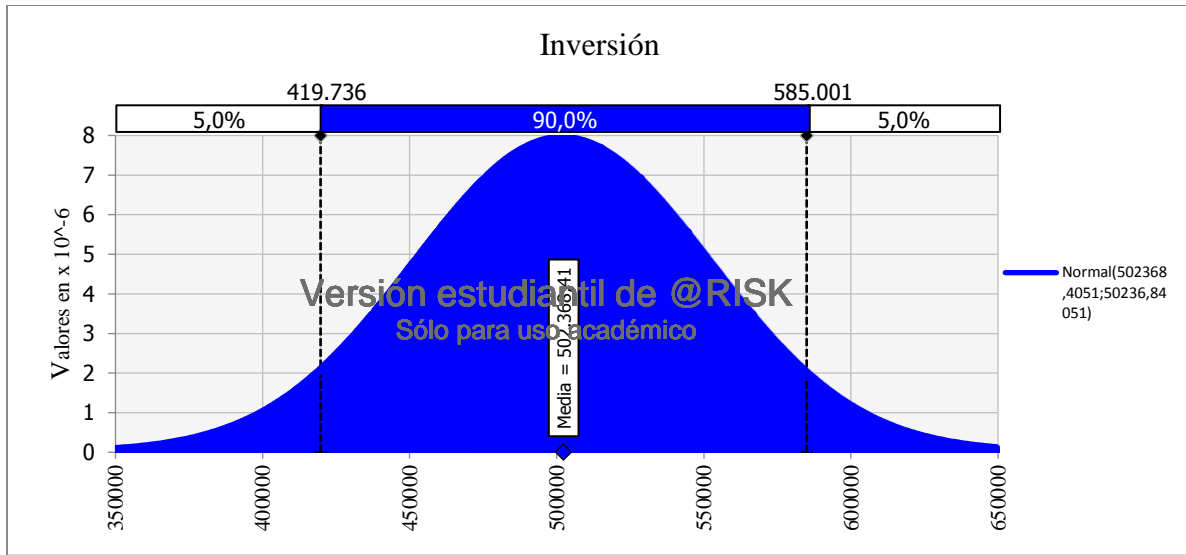


Figura 2. Distribución Normal – Variable Inversión

Fuente: elaboración propia.

Para la variable gastos de administración, operación y mantenimiento se definió una distribución de probabilidad triangular, con un gasto mínimo de USD. 126.808,34, un gasto más probable de USD. 140.898,16 y un gasto máximo de USD. 154.987,97.

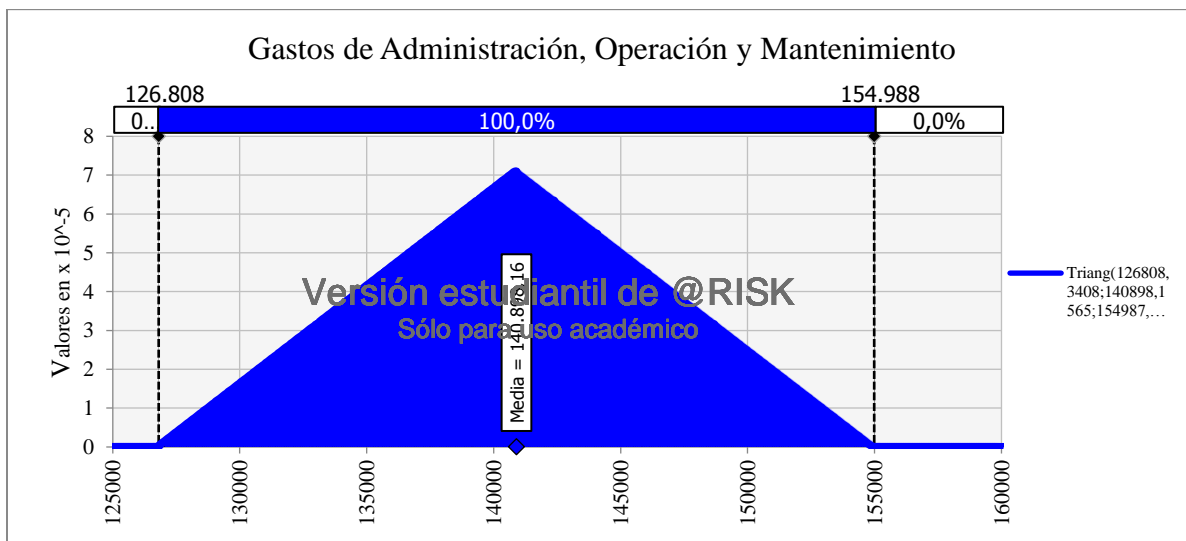


Figura 3. Distribución Triangular – Variable Gastos de Administración, Operación y Mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se definió como variables de salida al VAN, la TIR y la Relación B/C y por medio del programa @Risk se ejecutó la simulación Monte Carlo con 10.000 iteraciones, consiguiendo los siguientes resultados:

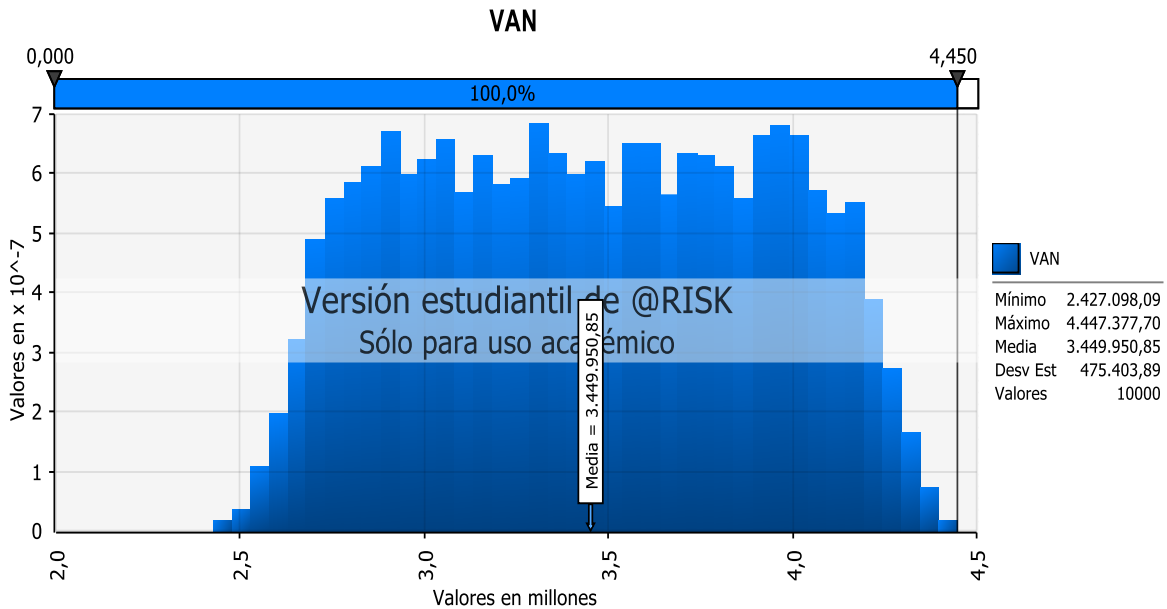


Figura 4. Resultados de la Simulación Monte Carlo para el VAN

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el VAN promedio del proyecto de inversión pública es de USD. 3.449.950,85; es decir, es la ganancia promedio que obtiene la empresa pública al ejecutar el proyecto. Además se evidencia que existe un 100% de probabilidad de que el proyecto es viable, es decir, hay un 0,00% de probabilidad que el VAN es menor que cero, por lo tanto el análisis de riesgo realizado garantiza la rentabilidad financiera del proyecto de inversión pública.

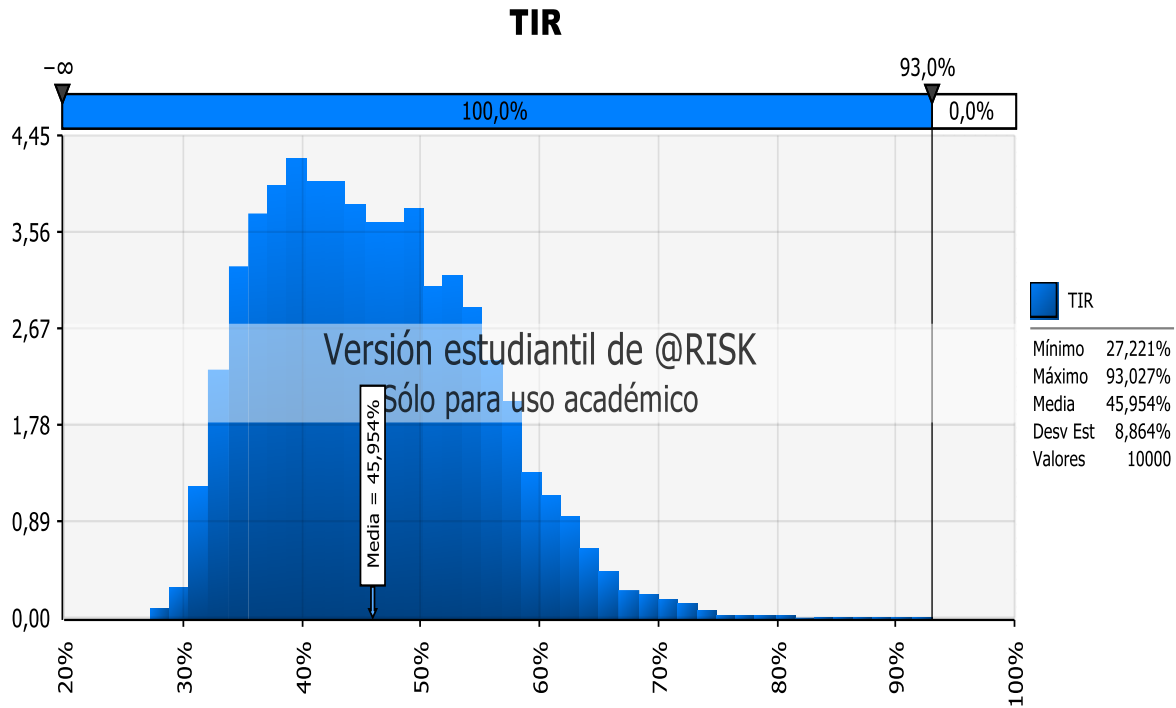


Figura 5. Resultados de la Simulación Monte Carlo para la TIR

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la TIR promedio del proyecto de inversión pública es de 45,95%; es decir, es la rentabilidad promedio que genera la inversión. Además se evidencia que existe un 100% de probabilidad que la TIR es mayor a la tasa de descuento (7.75%) este resultado confirma que la empresa pública gana más de lo exigido por el proyecto de inversión pública.

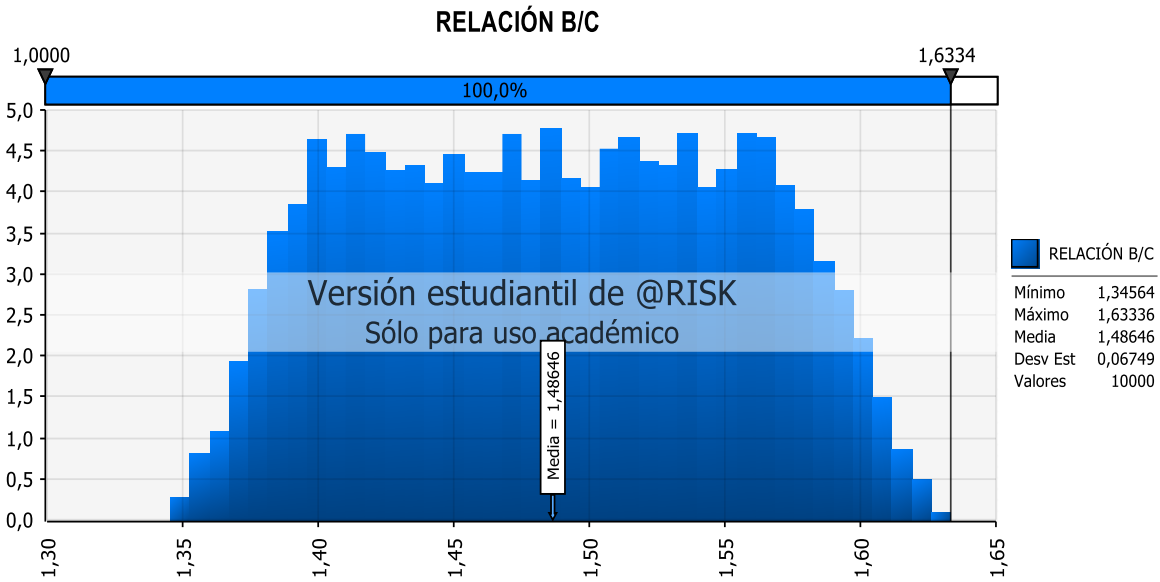


Figura 6. Resultados de la Simulación Monte Carlo para la Relación B/C

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la Relación B/C promedio del proyecto de inversión pública es de 1,49; es decir, la empresa pública obtiene una ganancia promedio 0,49 centavos de dólar por cada dólar invertido, existiendo además una probabilidad del 100% que la Relación B/C es mayor a 1.

Finalmente se realizó el análisis de sensibilidad del proyecto utilizando el programa @Risk, donde se observa que la variable más significativa en el análisis de riesgos son los ingresos afectando con un 96,74% al VAN, es decir, es la variable más sensible del proyecto por lo que la empresa pública debe establecer medidas de control y desempeño a través de un Modelo Gestión y Plan de Marketing que garantice una eficiente administración, operación y mantenimiento del Portal Regional de Artesanías.

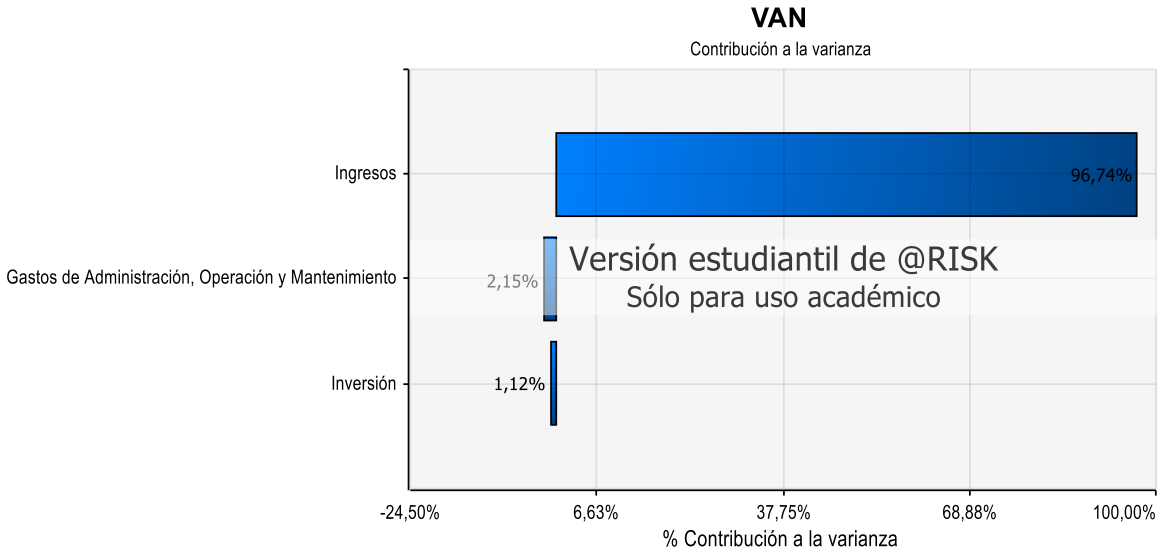


Figura 7. Análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

En efecto, Vecino, Rojas, & Munoz (2014) encontraron que los criterios más usados por las empresas para evaluar sus inversiones son el VAN, la TIR y la Relación Beneficio/Costo revalidando de esta manera los indicadores utilizados en la evaluación financiera del proyecto de inversión el cual generó un VAN de USD. 3.449.946,38; una TIR de 45,15% y una Relación Beneficio/Costo de 1,49; valores que respaldan la viabilidad financiera del proyecto de inversión pública.

Uno de los métodos que se utilizó para analizar el riesgo del proyecto fue el análisis de sensibilidad el cual permitió identificar las variables que tienen mayor influencia en el VAN, en la TIR y en la Relación Beneficio/Costo, que en este caso de estudio fueron los ingresos, la inversión y los gastos de administración, operación y mantenimiento lo que coincide con el trabajo realizado por Tudela (2015) que al realizar el análisis de sensibilidad a un proyecto de inversión pública encontró que las inversiones, los costos de operación y mantenimiento y los beneficios brutos

totales fueron las variables más vulnerables en el desarrollo del proyecto, asimismo corrobora el trabajo realizado por Rodríguez & Tudela (2018) quienes al realizar el análisis de sensibilidad identificaron a los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento y beneficios sociales como las variables críticas de un proyecto de inversión pública del sector saneamiento.

Las distribuciones de probabilidad uniforme, normal y triangular que se utilizaron en la investigación son similares a las distribuciones definidas por (Tudela, 2015; Rodríguez & Tudela, 2018) en los proyectos de inversión pública de agua potable y mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado respectivamente. Las variables de salida VAN, TIR y Relación B/C permitieron calcular la probabilidad de viabilidad y no viabilidad del proyecto mediante la aplicación de la simulación Monte Carlo donde se ratifica con Tudela (2015) que afirma que es el método que realiza una mejor aproximación del análisis de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública, en cambio Bazzani C & Cruz T (2008) indican que es el método que permite hallar el grado de sensibilidad de las variables de resultado obtenidas a partir del comportamiento de las variables de entrada y por otro lado Toro, Ledezma, & Escobar (2015) manifiestan que en su modelo de evaluación de proyectos de inversión en condiciones de riesgo la simulación Monte Carlo permitió definir diferentes escenarios de las variables más críticas de manera que sea posible determinar los rangos relativos en los cuales estas se pueden mover.

En base a los resultados generados al ejecutar la simulación Monte Carlo en el VAN y en la TIR del proyecto de inversión pública se confronta con Rodríguez & Tudela (2018) quienes obtuvieron un VAN promedio de S/ 2.081.052,79 y una TIR promedio de 39,65%; obteniendo también una probabilidad del 0,00% de que el VAN sea menor que cero y una probabilidad del 100% que la TIR es mayor a la tasa de descuento; sin embargo, Arango (2016) demostró que el proyecto de generación de energía térmica con carbón no es viable con un VAN promedio de -

\$1.133.200,00. En cambio Tudela (2015) consiguió un VAN promedio de S/. 334.146, una TIR promedio de 15,54% y obtuvo un 19,07% de probabilidad de no viabilidad del proyecto de agua potable y un 80,93% de probabilidad que la TIR es mayor a la tasa de descuento. Por otro lado Toro et al. (2015) encontró una probabilidad del 66% que la institución de educación superior tenga un VAN mayor que cero que corresponde a un VAN promedio de \$ 19,2 millones, de igual manera Núñez Viveros, Gallego Hidalgo, & Vera (2013) hallaron una probabilidad del 97,80% que el proyecto de cogeneración de energía eléctrica tenga un VAN mayor que cero generando un VAN promedio USD. 16.506.490,00 y una TIR promedio de 29,45% y finalmente Díaz et al.(2011) estimó una probabilidad de viabilidad del proyecto de inyección de agua en un campo petrolero colombiano del 60% originando un VAN promedio de USD. 6.229.697,00. En la presente investigación la probabilidad de que el VAN sea menor que cero del proyecto de inversión pública Portal Regional de Artesanías de Cuenca es de 0.00%, en efecto, la probabilidad de viabilidad del proyecto de inversión pública es de 100,00% estos resultados son consistentes y avalan la rentabilidad financiera del proyecto.

De acuerdo a la investigación realizada se concluye que el análisis de sensibilidad y la simulación Monte Carlo permitieron evaluar los riesgos del proyecto logrando de esta manera la reducción de los posibles impactos negativos producidos por los mismos, por lo tanto, esta metodología fortalece la evaluación de proyectos de inversión pública contribuyendo a la calidad de la inversión y al desarrollo sostenible de la empresa pública.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se demuestra que mediante la aplicación de los métodos: Análisis de Sensibilidad y la Simulación Monte Carlo se logró identificar las variables de riesgo y cuantificar el riesgo del proyecto de inversión. Además la

simulación Monte Carlo es un método eficaz en el análisis de riesgo por lo que la empresa pública debe aplicar en la evaluación de sus proyectos de inversión.

Se argumenta que las distribuciones de probabilidad asumidas para las variables: ingresos, inversión y gastos de administración, operación y mantenimiento fueron consideradas de los estudios realizados en análisis de riesgo de proyectos de inversión pública dado a que no existen datos históricos de las variables.

Es importante resaltar que la variable que presenta mayor riesgo para el proyecto de inversión pública son los ingresos por lo que la empresa pública debe establecer medidas de control y desempeño a través de un Modelo Gestión y Plan de Marketing que garantice una eficiente administración, operación y mantenimiento del Portal Regional de Artesanías.

Se destaca además que mediante los indicadores financieros: VAN, TIR y Relación B/C se consiguió analizar el riesgo del proyecto por lo que se evidenció que existe una probabilidad del 0,00% que el VAN es menor que cero y un 100% de probabilidad que la TIR es mayor a la tasa de descuento y que la Relación B/C es mayor a 1, resultados que garantizan la rentabilidad financiera del proyecto de inversión pública.

Por último se recomienda a las empresas públicas incorporar la presente metodología en la evaluación de proyectos de inversión dado a que permite identificar los posibles riesgos, su grado de afectación y la definición de mecanismos de acción y mitigación que tendrían que realizar al momento de ejecutar los proyectos de inversión pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arango, M. A. (2016). *Modelo de proyectos de evaluación de riesgo en generación de energía térmica* (Vol. 37, p. 26). Vol. 37, p. 26.

Bazzani C, C. L., & Cruz T, E. A. (2008). ANALISIS DE RIESGO EN PROYECTOS DE

INVERSION UN CASO DE ESTUDIO Risks analysis in projects of investment Study case. *Scientia et Technica*, (38), 309–314.

Díaz, V., Castillo, M., Vecino, C., Castro, R., Maya, G., & Bravo, O. (2011). Análisis De Riesgo Y Simulación De Monte Carlo En La Valoración De Proyectos – Aplicación En La Industria. *Revista Fuentes: El Reventón Energéticom*, 9, 33–41.

Gómez, H. D., & Orobio, A. (2015). Efectos de la incertidumbre en la programación de proyectos de construcción de carreteras. *Dyna*, 82(193), 155–164. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n193.47453>

Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversion. *Fides Et Ratio*, VOL 7(Problema de escala en proyectos mutuamente excluyentes), 67–85. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf

Núñez Viveros, C. A., Gallego Hidalgo, G. J., & Vera, G. B. (2013). Diseño metodológico de la evaluación de proyectos energéticos bajo incertidumbre en precios: caso de cogeneración de energía en una empresa en Cali1. *Estudios Gerenciales*, 29(126), 58–71. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(13\)70020-2](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(13)70020-2)

Rodriguez, O. M., & Tudela, J. W. (2018). Análisis de riesgo del proyecto de inversión pública del sector saneamiento: caso proyecto Tinicachi - Yunguyo. *Universidad Nacional Del Altiplano, Escuela de Posgrado, Maestria En Economía, Perú*, (051), 651–664.

Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación*.

SENPLADES. (2012). Guía metodológica de planificación institucional. *Subsecretaría de Planificación Nacional Territorial y Políticas Públicas*, 48. Retrieved from <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/GUIA-DE-PLANIFICACION-INSTITUCIONAL.pdf>

Toro, S. M., Ledezma, J. E., & Escobar, J. W. (2015). Modelo de evaluación de proyectos de inversión en condiciones de riesgo para apertura de programas de pregrado en instituciones de educación superior de Colombia: caso de estudio. *Ingeniería Industrial*, 0(033), 99–132. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2015.n033.538>

Tudela, J. W. (2015). *Análisis de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública utilizando Crystal Ball*. 17, 237–242.

Vecino, C. E., Rojas, S. C., & Munoz, Y. (2014). Prácticas de evaluación financiera de inversiones

en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.08.002>