

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**RISK SIMULATOR EN LA EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD**  
**ECONÓMICA-FINANCIERA EN LA EMPRESA MINERA**  
**WINCHUSMAYO E.I.R.L.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DUVERLY JACINTO MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO - PERU**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**RISK SIMULATOR EN LA EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA EN LA EMPRESA MINERA WINCHUSMAYO E.I.R.L.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:**

**Bach. DUVERLY JACINTO MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

APROBADO POR:

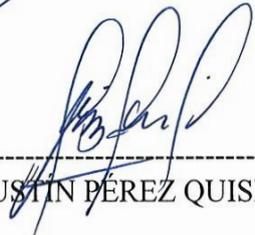
PRESIDENTE

:   
M.Sc. Ing. EUGENIO ARAUCANO DOMÍNGUEZ

PRIMER MIEMBRO

:   
M.Sc. Ing. ESTEBAN MARÍN PAUCARA

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Ing. AGUSTÍN PÉREZ QUISPE

**TEMA:** Formulación y Ejecución de Proyectos Mineros

**ÁREA:** Ingeniería de Minas

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 29 de Octubre del 2019

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios, por derramarme sus bendiciones constantemente en los momentos más difíciles, a mis queridos padres por darme la vida y guiarme por el camino correcto, a mis hermanos y hermanas por su apoyo permanente e incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Agradecimiento profundo a todo el personal de la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. por darme la oportunidad, la confianza y su apoyo constante que me brindaron en todo momento para realizar este trabajo.

Finalmente agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno y a la plana de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, a quienes expreso mi profundo agradecimiento por la formación académica que me brindaron.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>Resumen</b> .....	1
<b>Palabras clave:</b> .....	1
<b>I. Introducción</b> .....	2
<b>II. Materiales y Métodos</b> .....	4
<b>III. Resultados</b> .....	9
<b>IV. Discusión</b> .....	9
<b>V. Conclusiones</b> .....	14
<b>Referencias</b> .....	14

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Flujo de caja económica financiero proyectado en Excel .....	5
Tabla 2: Variables de entrada para ser evaluados con Risk Simulator.....	6
Tabla 3: Variables de entrada seleccionada.....	7
Tabla 4: Cuadro de resultados .....	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis del VAN con respecto a la tasa de descuento .....	5
Figura 2: Nuevo perfil de simulación .....	6
Figura 3: Selección de distribución de probabilidad .....	7
Figura 4: Creación del VAN y TIR proyectado .....	8
Figura 5: Variables de salida correctamente ingresados .....	8
Figura 6: Procesamiento de los datos por Risk Simulator.....	8
Figura 7: Resultado del pronóstico de VAN mayor a cero.....	10
Figura 8: Rango de valores con una probabilidad de 85 % .....	11
Figura 9: Resultado estadístico del VAN proyectado .....	11
Figura 10: Porcentaje de la TIR que sea mayor a 20 % .....	12
Figura 11: Resultado de rango de valores de TIR a 85 % .....	13
Figura 12: Resultado estadístico del TIR proyectado.....	13

Risk Simulator en la Evaluación de la Rentabilidad Económica-Financiera en la  
Empresa Minera Winchusmayo E.I.R.L.

Risk Simulator in the Evaluation of Economic-Financial Profitability in the  
Mining Company Winchusmayo E.I.R.L.

Duverly Jacinto Mamani

Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, Av. Floral N° 1153, Puno –  
Perú, Email: [duberjacinto18@gmail.com](mailto:duberjacinto18@gmail.com)

### Resumen

El estudio se ha realizado en la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. en el año 2018 y se encuentra en distrito de Ayapata, Carabaya, Región Puno, como toda empresa que desea invertir en una actividad minera se encuentra expuesto su inversión a una serie de riesgos, para descartar y tomar decisiones se apoyan en muchas técnicas, métodos y Softwares, cuyo propósito es evaluar la rentabilidad económica financiera utilizando Risk Simulator, mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para lo cual se utilizó Microsoft Excel y Risk Simulator, con estudio descriptivo utilizando los datos de flujo de caja económico financiera proyectado por la empresa, con una vida útil de 7 años, tasa de descuento de 20 %; donde se ha obtenido los resultados, con 10 000 ensayos calculados, para el Valor Actual Neto Económico (VANE) de S/. 809 188,44, la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 53 % y para el Valor Actual Neto Financiero (VANF) de S/. 813 870, 55, la Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) de 60 %, cuyos valores son positivos y favorables para la empresa minera, por lo que tendrá mayor rentabilidad.

**Palabras clave:** Riesgos, rentabilidad económica, tomar decisiones, flujo de caja.

### Abstract

The study has been carried out in the Mining Company General Contractors Winchumayo E.I.R.L. In the year 2018 and it is located in the district of Ayapata, Carabaya, Puno Region, like any company that wishes to invest in a mining activity its investment is exposed to a series of risks, to discard and make decisions they rely on many techniques, methods and Softwares, whose purpose is to evaluate the financial economic profitability using Risk Simulator, by calculating the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR), for which Microsoft Excel and Risk Simulator were used, with descriptive study using the financial economic cash flow data projected by the company, with a useful life of 7 years, a 20% discount rate; where the results have been obtained, with 10 000 calculated trials, for the Net Present Economic Value (VANE) of S /. 809 188.44, the Internal Rate of Economic Return (TIRE) of 53% and for the Current Net Financial Value (VANF) of S /. 813 870, 55, the Internal Rate of Financial Return (TIRF) of 60%, whose values are positive and favorable for the mining company, so it will have higher profitability.

**Keywords:** Risks, economic profitability, making decisions, cash flow.

## I. Introducción

En una inversión minera el riesgo y la incertidumbre siempre está presente desde el inicio de actividad hasta el final de la vida útil del proyecto minero, esto ha permitido a los profesionales, económico, financieros y los demás áreas involucrados a desarrollar diversas métodos y técnicas para minimizar dichos incertidumbres como es caso de la herramienta Risk Simulador que nos permite simular con milis de ensayos para identificar las variables que más influyen en el rendimiento de la rentabilidad y con los resultados obtenidos el empresario puede tomar una decisión más óptima, a partir de los datos de ingresos, egresos, elaboración de un flujo de caja proyectado y análisis de los principales indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en un tiempo récord de minutos con más de 10 000 ensayos de simulaciones y con un nivel de confianza de 95 % de precisión puede procesar el Risk Simulator; donde los resultados obtenidos nos permiten tener una visión mucho más claro del futuro de la rentabilidad económica y financiera. Como antecedentes de estudio existen simuladores para analizar riesgos, incertidumbres y análisis de sensibilidad de los variables críticos que afectan directamente en la toma de decisiones para encontrar un pronóstico aceptable. Según Altes (2009) afirma que “(...) se presenta la aplicación de la simulación de Monte Carlo usando el software @RISK como método de análisis cuantitativo de riesgo en la estimación

de costos (...)”. Las simulaciones realizadas con softwares en la evaluación de la rentabilidad nos permiten determinar un mejor manejo de la inversión de los recursos con que cuenta una empresa minera, recuperar el dinero invertido en su totalidad por el empresario inversionista y elegir una tasa de oportunidad de capital más acorde para su rendimiento del proyecto.

Por otra parte Arévalo et al. (2017) mencionan que “Es importante resaltar la importancia de mantener un equilibrio entre las obligaciones e inversiones de largo plazo para no aumentar el riesgo de liquidez en las empresas.” asimismo la evaluación económica financiera de una inversión minera nos dará mayores luces para poder determinar si una inversión es rentable o no, en un periodo de tiempo que puede ser corto, mediano y largo plazo, para ello es necesario entender el tema y conocer la definición de la rentabilidad económica que viene a ser la “(...) medida del rendimiento de los activos de una empresa con independencia de su financiación, dado en un determinado periodo (...)” (Mamani, 2018), que a su vez la capacidad de generar fondos positivos en un proyecto de inversión, no guarda relación con la liquidez estas pueden ser bajas y altas, la rentabilidad se mide con los indicadores financieros, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Condori, 2018), y la evaluación económica de un proyecto nos permite medir la rentabilidad de la inversión en un horizonte de tiempo a través de los indicadores financieros que nos

muestran la viabilidad y la ejecución del proyecto (Andía, 2011).

El análisis económico y financiero nos permite a conocer la rentabilidad del capital invertido, mediante estudios financieros y resultados logrados en un determinado de tiempo (Coyla, 2015), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) también nos permiten a evaluar de qué manera se hace las inversiones en las operaciones mineras e identificar las variables que influyen en su rentabilidad del proyecto (Deza, 2016); donde la técnica de evaluación económica de un proyecto minero, mediante el modelo de flujo de caja es muy utilizado por muchas empresas mineras (Rivera, 2011), el otro aspecto importante en proyectos de inversión en minería es también saber la definición de la incertidumbre; según Meres (2014) la incertidumbre en proyectos mineros se clasifican en dinámica (precio de metales) varía con el tiempo y estática (ley del yacimiento) que permanece en el tiempo. “Los análisis de sensibilidad sirven para investigar la influencia de una variación en el valor de alguno o algunos de los parámetros o variables (inversiones, costos de operación, ingresos, vida, etc) (...)” (Deza, 2016).

Según los autores indicados que han realizado la evaluación de la rentabilidad o viabilidad de un proyecto de inversión minera, en su trabajo de investigación llegaron a determinar los indicadores financieros, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de

Retorno (TIR) lo siguiente. Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 1 615 839,4 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 185 % (Poma, 2018); Valor Actual Neto Económico (VANE) = S/. 9 033 935,37, Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 92,5 % (Quispe, 2018); Valor Actual Neto (VAN) sin proyecto de US\$ 22 802,90 y con proyecto de US\$ 156 830,18, para la Tasa Interna de Retorno (TIR) sin proyecto 19, 22 % y con proyecto 133,81 % (López, 2017) y Valor Actual Neto Financiero (VANF) de S/. 11 755 120,12, Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) de 75 % (Coila, 2016).

Para que un proyecto de inversión minera tenga mayor rentabilidad económica, debe darse que el Valor Actual Neto (VAN) sea positivo, la inversión inicial debe ser lo más pequeño posible, obtener los mayores flujos futuros y la tasa descuento ( $i$ ) sea lo más bajo posible. Utilizando Risk Simulator se podrá determinar la rentabilidad económica financiera en la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. El objetivo de estudio es evaluar la rentabilidad económica financiera utilizando Risk Simulator, mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Analizando escenarios de sensibilidad de variables tales como la producción, precio del metal y el costo de producción, los resultados obtenidos nos permitirán a tomar una decisión de rechazar o aceptar la inversión.

## II. Materiales y Metodos

Este estudio se realizó en la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. que se encuentra ubicado en el distrito de Ayapata, provincia de Carabaya, Región Puno. Geográficamente se encuentra en la Cordillera Oriental, a una altitud promedio de 2 073 m.s.n.m. con sistema de coordenadas WGS 84 Este: 380 207 y Norte: 8 486 824, la operación minera es subterráneo y el método de explotación es corte y relleno ascendente convencional. Para este estudio se utilizó como material de trabajo el Microsoft Excel y Risk Simulator, la metodología de estudio de investigación es tipo descriptivo, se realizó el trabajo utilizando los datos de ingresos, egresos y la elaboración de flujo de caja económico financiera proyectada de la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Además este estudio nos permitirá optimizar los recursos de la empresa minera para que tenga mayor rentabilidad.

Los elementos de evaluación económica financiera nos permiten ver como se invierte los recursos de una empresa a través de los indicadores financieros. “(...) la realidad económica y financiera de la empresa, de modo que es necesario interpretar y analizar esa información para poder entender a profundidad el origen y comportamiento de los recursos de la empresa.” (Coyla, 2015).

Los principales elementos de evaluación financiera son:

*Valor Actual Neto (VAN).*

Es el valor adicional en unidades monetarias (S/., US\$, Pesos, Etc.) que el inversionista obtiene como liquidez una vez culminado la vida útil del proyecto, después de haber recuperado su inversión más su utilidad. Según Andía (2011) define “El VAN es un indicador que forma parte del análisis beneficio costo, es decir, cuando se aplica en aquellos casos en que los beneficios de una inversión compense a los costos.”

Análisis para toma de decisiones para el Valor Actual Neto (VAN)

Si  $VAN > 0$  significa que el proyecto es viable.

Si  $VAN = 0$  significa que el proyecto es indiferente.

Si  $VAN < 0$  significa que el proyecto se debe rechazar.

Y su fórmula matemática es la siguiente.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

$I_0$  : Inversión inicial.

$FC_t$  : Ingresos generados en periodos.

$i$  : Tasa de descuento.

$n$  : Horizonte del proyecto.

*Tasa Interna de Retorno (TIR).*

La TIR es un indicador financiero que sirve para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión y nos da en valores de (%) lo cual nos indica el límite de la rentabilidad del proyecto.

Análisis de criterio para toma de decisiones de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

TIR > i = El proyecto es rentable.

TIR = i = El proyecto es indiferente.

TIR < i = El proyecto no es rentable.

Y su fórmula matemática es la siguiente.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$

El proyecto se acepta si TIR > Tasa de descuento (i), de lo contrario se rechaza la inversión del proyecto.

Flujo de caja.

Es una herramienta de control económico de gran valor que nos permite a conocer las fuentes de recurso que tiene una empresa y como se invierte dichos recursos de una manera óptima y pueden ser económicas y financieras. “La evaluación económica del proyecto se realizó mediante un modelo de flujo de caja descontado del proyecto. Esta metodología es ampliamente empleada y es considerada estándar tanto en la evaluación de proyectos mineros como en la de inversiones en general.” (Rivera, 2011). Ver tabla 1.

Tabla 1: Flujo de caja económica financiero proyectado en Excel

Flujo de caja económica y financiero proyectado del proyecto minero			
Años	Flujo de caja económico (S/.)	Flujo de caja financiero (S/.)	
	-797 417,06		-597 417,06
2017	372 229,40		279 507,07
2018	372 229,40		279 507,07
2019	372 229,40		279 507,07
2020	372 229,40		372 229,40
2021	372 229,40		372 229,40
2022	372 229,40		372 229,40
2023	416 884,76		416 884,76
VANE	556 780,47	VANF	561 462,59
TIRE	43 %	TIRF	48 %

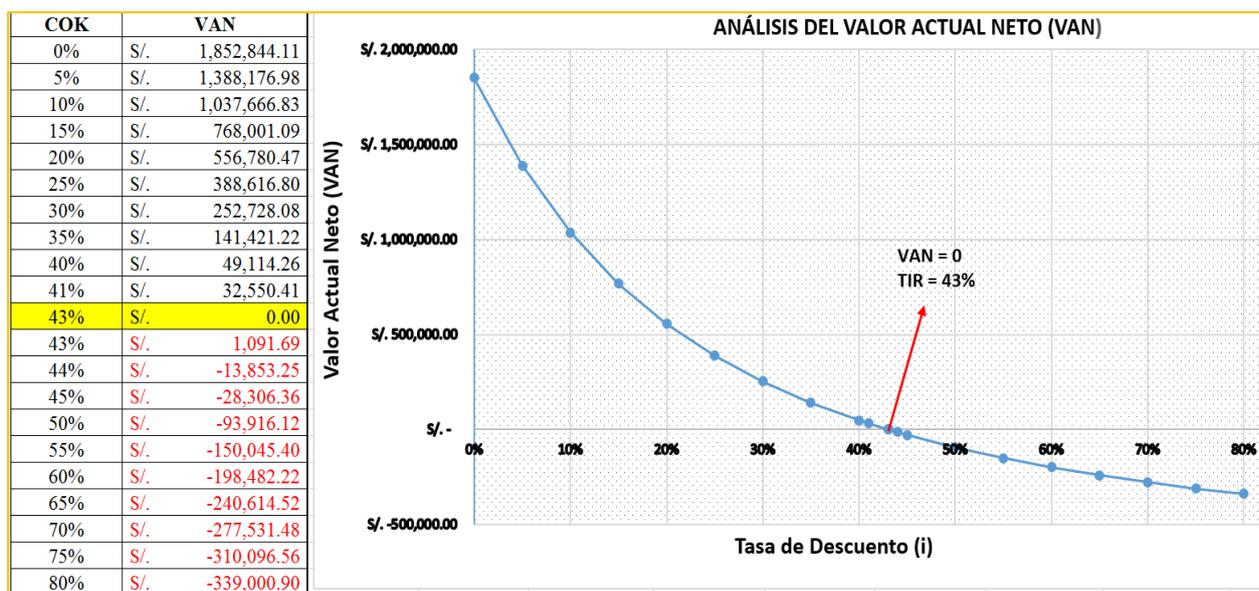


Figura 1: Análisis del VAN con respecto a la tasa de descuento

La figura 1 nos muestra que existe una relación directa del Valor Actual Neto (VAN) y la tasa de descuento (i), conforme se incrementa el porcentaje de (i) el (VAN) decrece su valor, esto también nos indica que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es el límite del rendimiento del proyecto donde es (VAN = 0) y la (TIR = 43 %) para el caso de la empresa minera en evaluación. Por lo tanto podemos concluir que la inversión puede generar mayor rentabilidad siempre en cuanto la tasa de descuento (i) sea lo más bajo posible.

*Análisis de rentabilidad con Risk Simulator.*

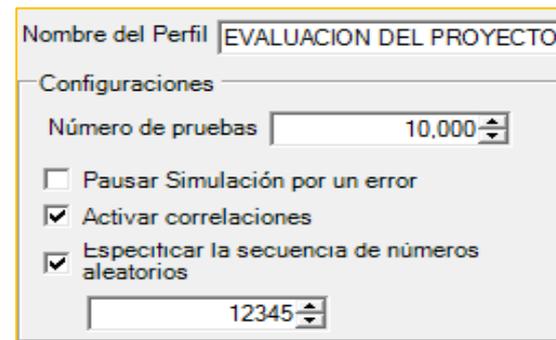
EL Software Risk Simulator es una herramienta que nos ayuda a simular diferentes tipos de riesgos presentes en una actividad económica, realizando pronósticos con milis de escenarios y los resultados nos permiten a identificar las variables que influyen directamente en la rentabilidad económica y la evaluación del proyecto en inversión. En este caso se analizará el Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) para la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L.

En primer lugar, se definen las distribuciones para cada variable a considerar. A éstas se le asignará la distribución triangular,

ya que permite graficar el valor mínimo, mas probable y el valor máximo que poseen los riesgos que se analizan en el modelo. (...) (Meres, 2014).

*Creando un nuevo perfil de simulación.*

El número de pruebas mínimo que recomienda el simulador es de 1 000 pero cuanto más alto sea las pruebas se tendrá mayor certeza en los resultados, para nuestro caso se hizo con 10 000 ensayos o número de pruebas, tal como se en la figura 2.



**Figura 2: Nuevo perfil de simulación**

El Risk Simulator nos pide dos datos de pronósticos a ser evaluados una de entrada y la otra de salida.

Los valores de entrada para este caso son tres que están identificados: producción, precio del metal y costo de producción, así mismo los pronósticos de entrada tienen que ser valores numéricos. Lo cual se puede ver en la tabla 2.

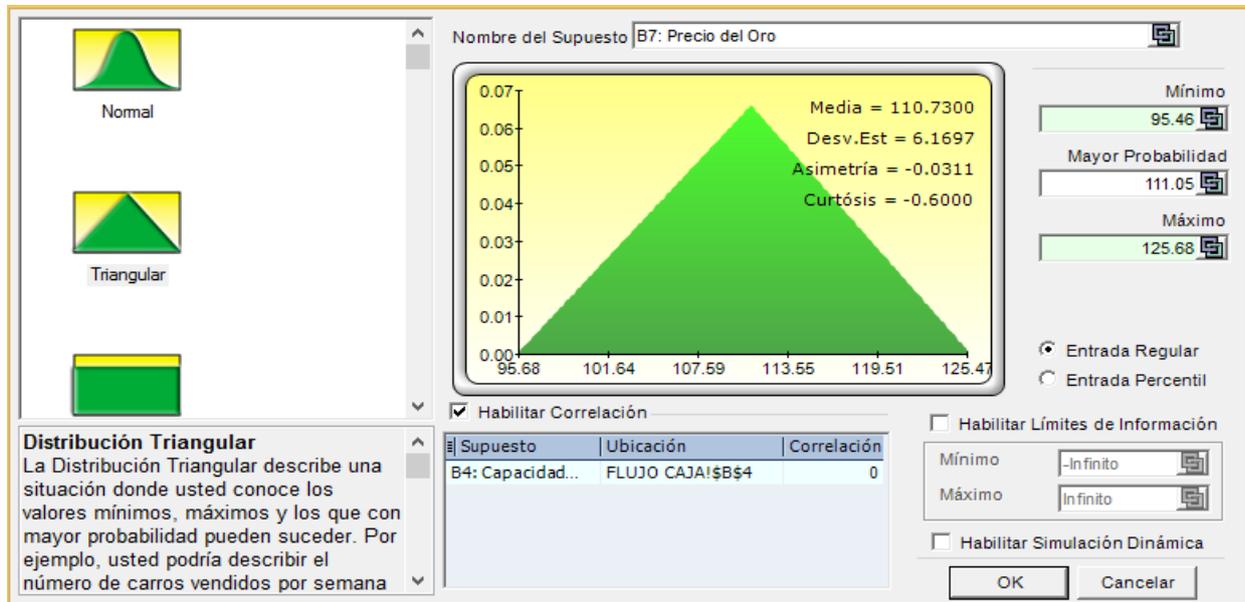
**Tabla 2: Variables de entrada para ser evaluados con Risk Simulator**

Variables	Escenarios		
	Mínimo	Promedio	Máximo
Producción (TM/año)	1750.00	1872.00	2000.00
Precio del metal (S./g-Au)	95.46	111.05	125.68
Costo de producción (S/.)	185.58	206.56	225.78

*Selección de distribución de probabilidad.*

Debemos tener en cuenta de seleccionar la distribución adecuada, el Risk Simulator cuenta con más de 40 tipos de distribuciones, para nuestro proyecto la que mejor se ajusta, es

la distribución triangular, ya que se conoce los escenarios a evaluar que son el mínimo, promedio y máximo, tal como se observa en el figura 3.



**Figura 3: Selección de distribución de probabilidad**

Una vez culminado la selección de celdas para cada variable de entrada identificados con nombres producción, precio del metal y costo

de producción quedaran resaltados de color verde en hoja de Excel, eso significa que han sido ingresados correctamente, ver la tabla 3.

**Tabla 3: Variables de entrada seleccionada**

Variables de entrada en RisK Simulator		
Capacidad producción	1 872,00	TM/año
Precio del oro	111,05	S/./g
Costos producción	206,56	S/./TM

*Ingreso de valores de salida.*

En este punto tenemos dos valores de salida que están identificados como el Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Nota: los pronósticos de salida tiene que ser valores de formula.

Ubicar la celda del valor de VAN y la TIR en la hoja de Excel y luego seleccionar la pestaña pronóstico de salida del Risk Simulator, el programa lo procesa los datos con nivel de precisión al 95 % por defecto, tal como se observa en el figura 4.

*Ingreso del valores de pronóstico de salida para el VAN y la TIR*

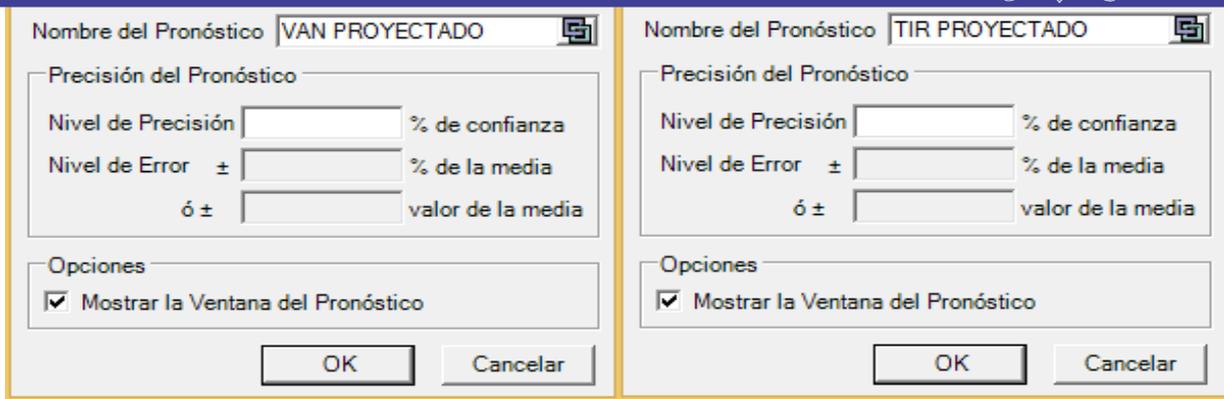


Figura 4: Creación del VAN y TIR proyectado

Al final las celdas de salida a evaluar del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) proyectados quedaran resaltados de color amarillo, eso significa que han sido ingresados correctamente, ahora si está listo el Risk Simulator para procesar los datos, tal como se observa en el figura 5.

<b>VAN</b>	<b>556 780,47</b>
<b>TIR</b>	<b>43%</b>

Figura 5: Variables de salida correctamente ingresados

*Procesamiento de los datos*

Es recomendable procesar o hacer correr el programa en Risk Simulator con un mínimo de 1 000 ensayos o simulaciones para poder conseguir los resultados más óptimos y un nivel de confianza de 95 %, ya que este valor es más utilizado en los cálculos estadísticos. Para este estudio de análisis se hizo procesar con 10 000 ensayos, tal como se observar en la figura 6.

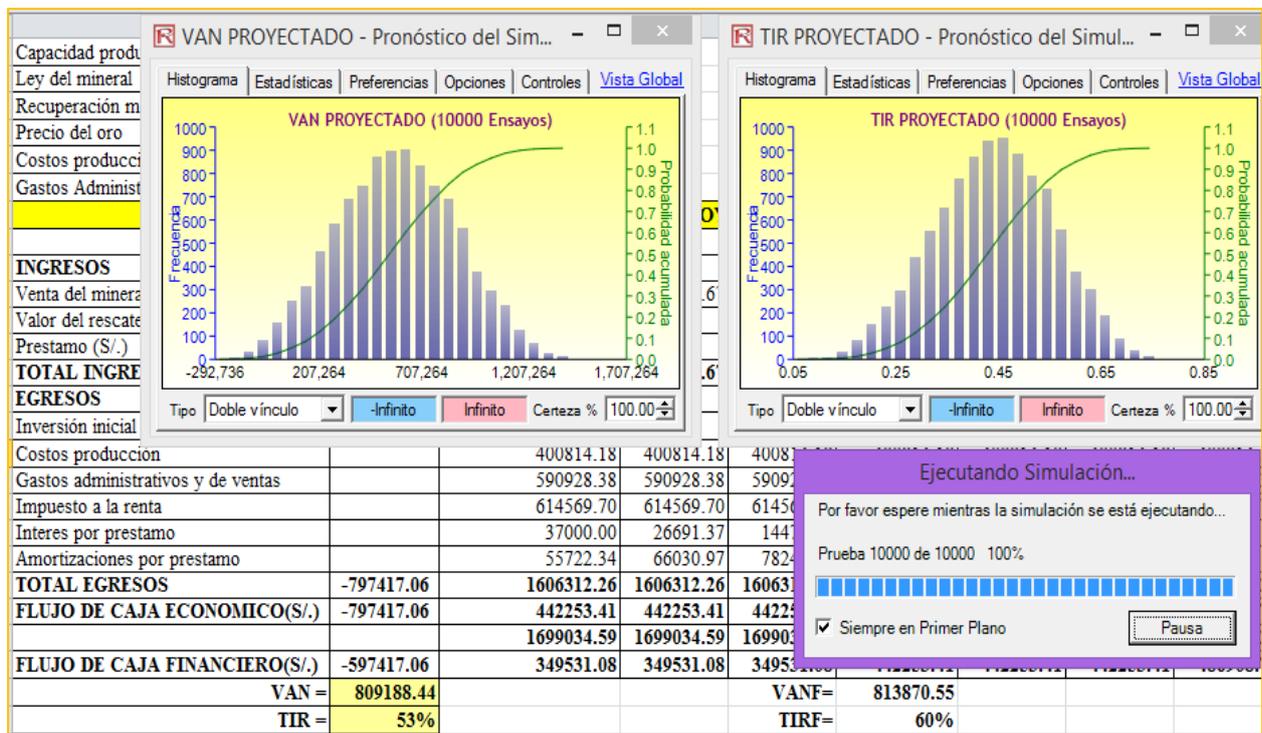


Figura 6: Procesamiento de los datos por Risk Simulator

### III. Resultados

Los resultados obtenidos de la *evaluación económica* en la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. calculados con Risk Simulator realizado con 10 000 ensayos y con un nivel de 95 % de precisión, los resultados obtenidos fueron, para el Valor Actual Neto Económico (VANE) que es de S/. 809 188,44 y la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 53 % (ver tabla 4), y para la *evaluación financiera* los resultados obtenidos fueron, para el Valor Actual Neto Financiera (VANF) de S/. 813 870,55 y la Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) de 60 %. Analizando los resultados obtenidos para este estudio, se puede afirmar que son positivas para los indicadores de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna Retorno (TIR) tanto para evaluación económica y financiera calculados con Risk Simulator, por lo tanto la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. se mantendrá generando una rentabilidad económica y financiera en el futuro su operación.

### IV. Discusión

Estos resultados para la *evaluación económica* son inferiores comparando con su estudio de tesis de Quispe (2018) quien obtuvo para el Valor Actual Neto Económico (VANE) de S/. 9 033 935,37 y Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 92,5 %. Cabe aclarar esta diferencia de resultados reportados es

porque en su estudio lo evaluó para dos proyectos, en cambio para el presente estudio se hizo para un solo proyecto. Por otra parte según Poma (2018) en su estudio de tesis obtiene el siguiente resultado para el Valor Actual Neto Económico (VANE) de US\$ 1 615 839,4 y Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 185 %. Comparando los resultados con este último, los valores calculados son superiores con nuestro caso, pero tiene características similares con nuestro estudio, el método de explotación es corte relleno ascendente convencional y pertenece a la escala de minería artesanal, pero la diferencia está en la capacidad de producción 15 TM/día para nuestro caso es de 6 TM/día.

Con respecto a la *evaluación financiera* los resultados obtenidos también es inferior, si comparamos con su investigación de tesis de Coila (2016) quien obtuvo para el Valor Actual Neto Financiero (VANF) de S/. 11 755 120,12 y la Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) de 75 %, la diferencia está en la producción del metal que asciende 4 388,64 onzas por año y sus ingresos por venta es de US\$ 4 963 636,36 por año, en cambio para nosotros es de 558,25 onzas por año y sus ingresos por venta es de S/. 1 928 346, 83 por año.

#### *Análisis del Valor Actual Neto (VAN)*

Para poder comparar las variables en consulta y de interés, después de hacer correr los pronósticos de salida en Risk Simulator se obtiene el siguiente resultado, ver tabla 4.

**Tabla 4: Cuadro de resultados**

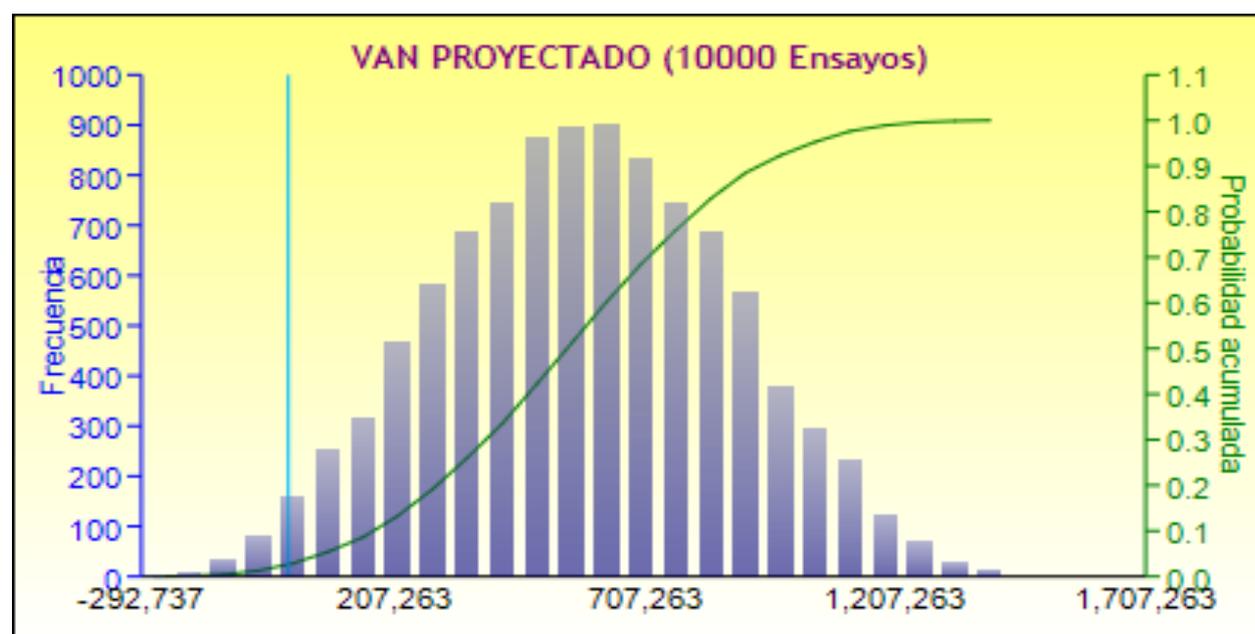
Cuadro de resultados de indicadores Económico-Financiero	
Indicadores	Cálculo con Risk Simulator
Valor Actual Neto Económico (VANE)	S/. 809 188,44
Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	53%
Valor Actual Neto Financiero (VANF)	S/. 813 870,55
Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF)	60%

Los pronósticos de la rentabilidad económica y financiera de la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. según los resultados obtenidos con la evaluación de Risk Simulator del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa de Interna Retorno (TIR) nos da una correlación positiva para ambos (económica y financiera). Sin embargo para lograr estos valores también el software nos proporciona los posibles valores nuevos de variables de entrada para mejorar la

rentabilidad del proyecto, producción (1 876,24 TM/año), precio del oro (117,71 S/. /g) y costo de producción ( 213,63 S/. /TM).

*Análisis del VAN > 0 con Risk Simulator*

Desde el punto de vista de análisis del criterio del VAN > 0 y tiene que ser positivo, para que el proyecto sea viable, se le solicita al Software para el VAN proyectado y nos proporciona la probabilidad de que el VAN sea mayor a cero es de 97,41 %, ver figura 7.

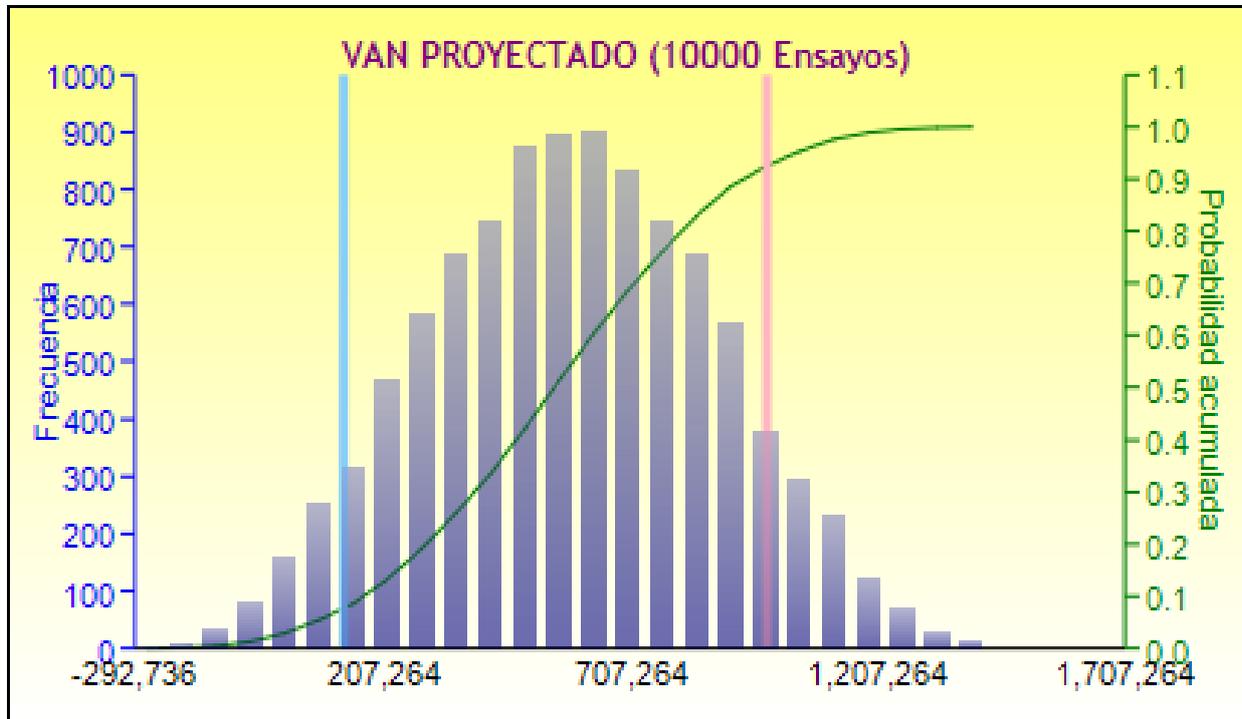


Tipo: Doble vínculo, Más Bajo: 0, Superior: Infinito, Certeza: 97.4100%

**Figura 7: Resultado del pronóstico de VAN mayor a cero.**

El software también nos proporciona el rango de valores del VAN en que sea favorable a una probabilidad de 85 % de certeza, los

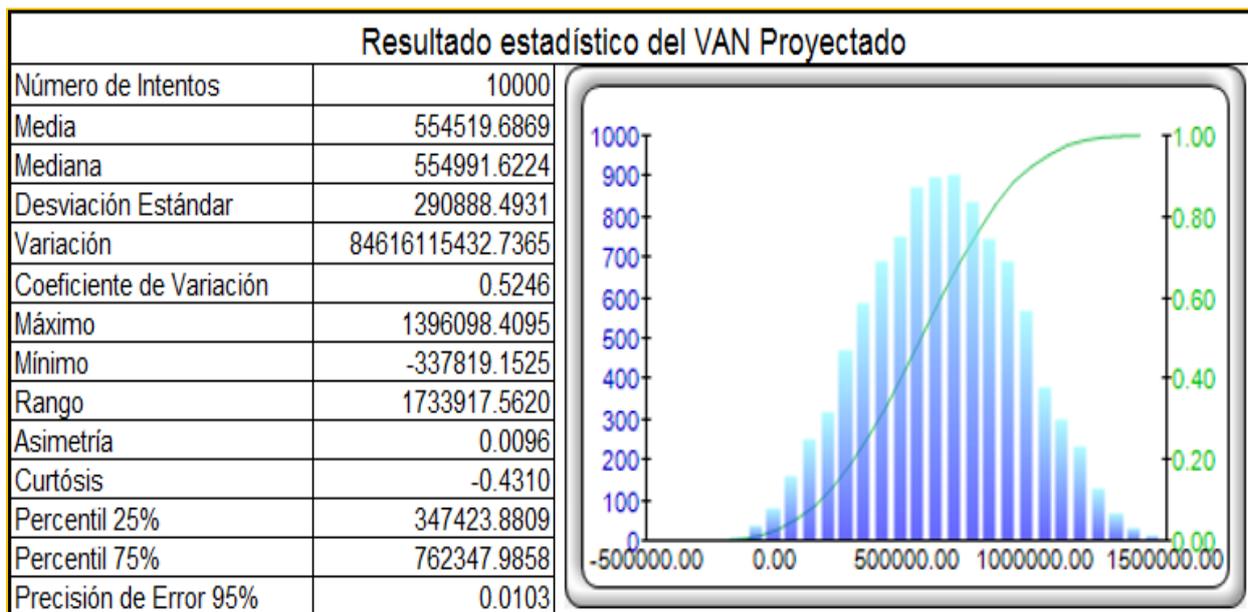
valores de confianza son de S/. 129 287 como rango más bajo y de S/. 983 800 como rango más alto. Ver la figura 8.



Tipo: Doble vínculo, Más Bajo: 129,287, Superior: 983,800, Certeza: 85.0000%

**Figura 8: Rango de valores con una probabilidad de 85 %**

Por otra parte el Risk Simulator nos muestra un cuadro estadístico de Valor Actual Neto (VAN) proyectado y se visualiza en la figura 9.



**Figura 9: Resultado estadístico del VAN proyectado**

De este cuadro estadístico del VAN proyectado se puede interpretar lo siguiente:

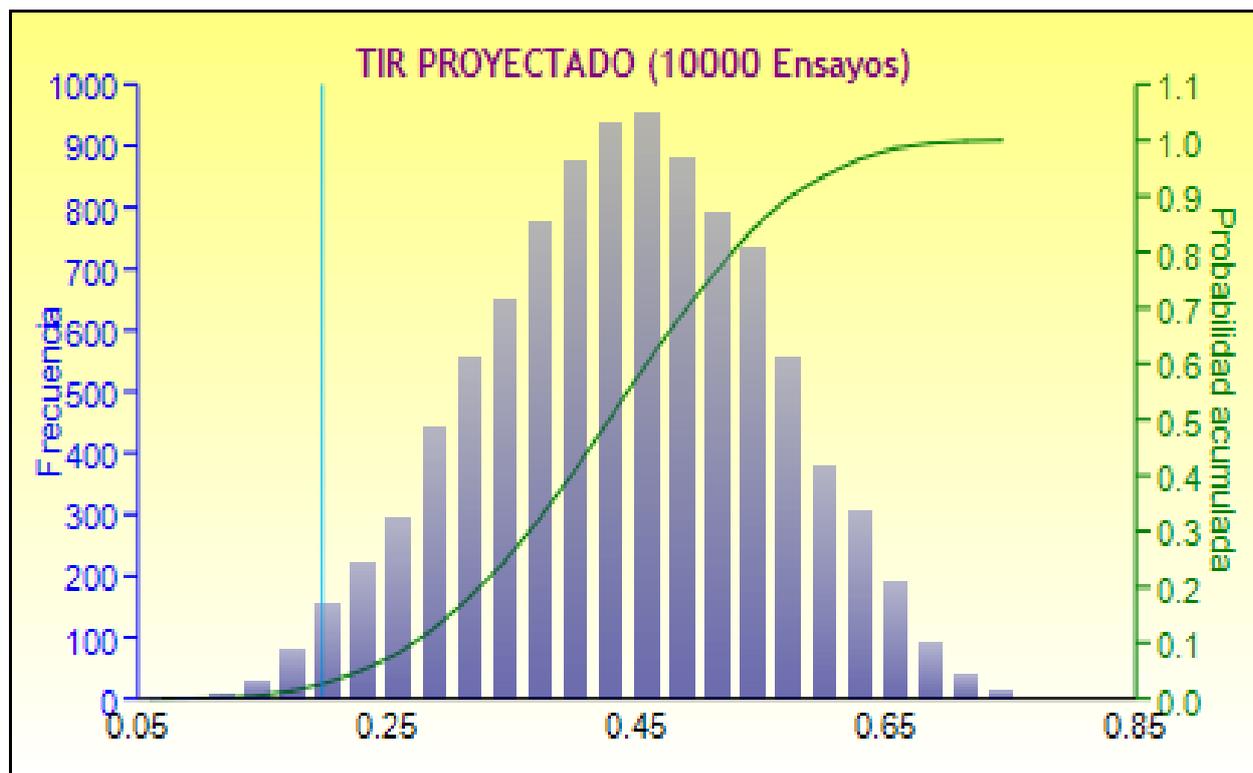
- Promedio del VAN es de : S/. 554 519,6869
- Valor máximo que puede alcanzar el VAN es de : S/. 1 396 098,4095
- Valor mínimo que puede alcanzar el VAN es de : S/. 337 819,1525

Esto nos indica que los valores probabilísticos en futuro para el Valor Actual Neto (VAN) va seguir siendo alta y rentable, la posibilidad de pérdida es mínimo comparando con la inversión inicial.

*Análisis de la Tasa interna Retorno (TIR).*

El criterio financiero para poder evaluar la TIR es que el resultado debe ser mayor que la

tasa de descuento (i) en caso contrario se rechaza la inversión. Aplicando este criterio el Risk Simulator nos proporciona para la TIR que sea mayor a 20 % y el resultado es de 97,41 % de certeza para el proyecto, por lo tanto es rentable la inversión, tal como se ve en la figura 10.

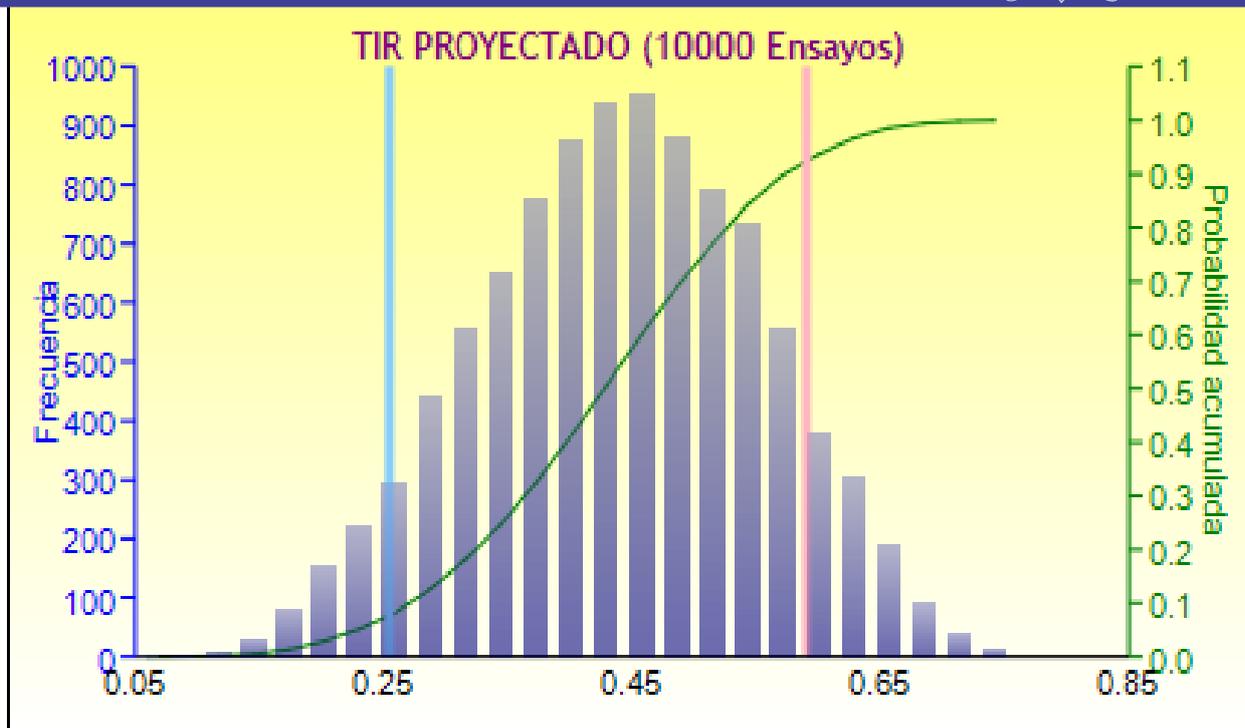


Tipo: Cola Derecha  $\approx$ , Más Bajo: 0.2000, Superior: Infinito, Certeza: 97.4100%

**Figura 10: Porcentaje de la TIR que sea mayor a 20 %**

Del mismo modo el software nos muestra el rango de valores para la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 85 % de certeza y nos

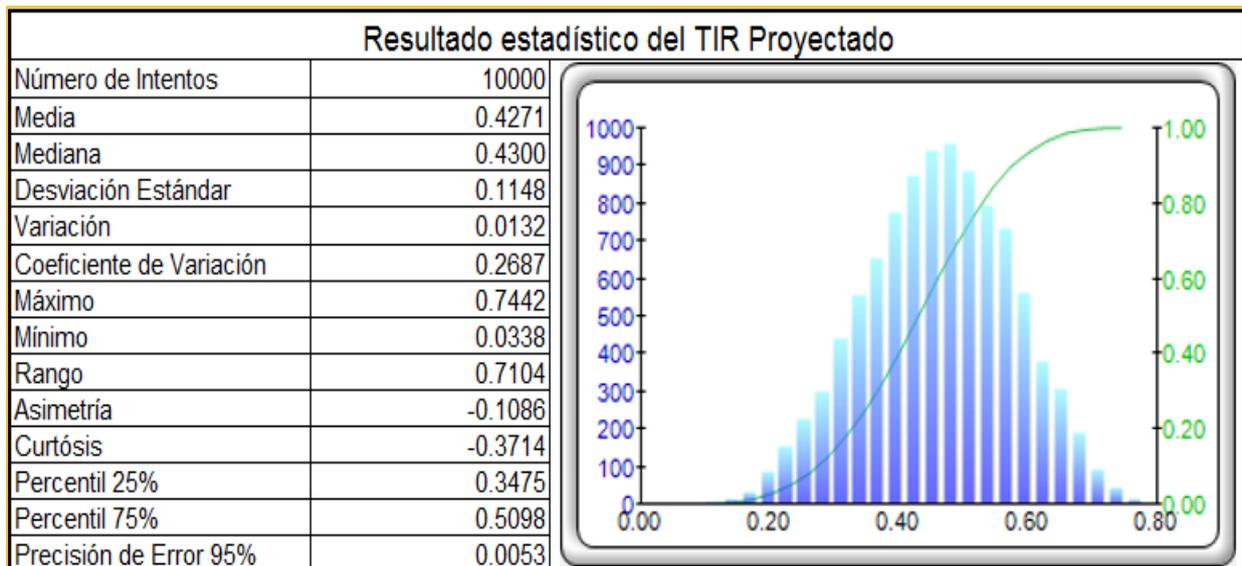
proporciona el siguiente resultado de valores que sea positivo en un intervalo de 25,67 % al 59,30 %, tal como se ve en la figura 11.



Tipo: Doble vínculo, Más Bajo: 0.2567, Superior: 0.5930, Certeza: 85.0000%

**Figura 11: Resultado de rango de valores de TIR a 85 %**

Así mismo el software nos genera un reporte estadístico para TIR proyectado, tal como se muestra en la figura 12.



**Figura 12: Resultado estadístico del TIR proyectado.**

De este cuadro estadístico de la Tasa Interna de Retorno (TIR) proyectado se interpreta:

- Valor Promedio para TIR : 42,71 %
- Valor máximo que puede alcanzar la TIR : 74,42 %

Esto no indica que la TIR es positiva y tendrá alta rentabilidad en el futuro para la empresa.

## V. Conclusiones

La evaluación de la rentabilidad económica y financiera con Risk Simulator en la Empresa Minera Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L. a partir de su flujo de caja económico financiera proyectado, procesando con 10 000 ensayos o escenarios se obtuvo los resultados de la evaluación de la rentabilidad económica, el Valor Actual Neto Económico (VANE) que es de S/. 809 188,44 y la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de 53 % y para la evaluación de la rentabilidad financiera, el Valor Actual Neto Financiero (VANF) que es de S/. 813 870,55 y la Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) de 60 %, por lo que el proyecto minero es rentable, en lo económico y financiera que es favorable su inversión ya que los indicadores financieros son positivos para los próximos años de su operación de la empresa minera.

## Referencias

Altez Villanueva, L. F. (2009). *Asegurando el valor en proyectos de construcción: un estudio de técnicas y herramientas de gestión de riesgos en la etapa de construcción*. Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/151>

Andía Valencia, W. (2011). Indicador de rentabilidad de proyectos: el valor actual neto (VAN) o el valor económico agregado (EVA). *redalyc*, 15-18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81622582003>

Arevalo del Castillo, O., Barcena Romero, S.,

Núñez Ugarte, P., & Salinas Gordon, P. (2017). *Análisis y valoración financiera de empresas mineras de cobre : el caso de cerro verde y minera escondida*. Tesis Maestria, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8970>

Coila Ticona , J. E. (2016). *Evaluación económica y financiera para determinar la rentabilidad de la explotación aurífera de la minera cuatro de enero S.A. - Arequipa*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú.<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6502>

Condori Mamani, J. A. (2018). *Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huascar nivel 2220 - 2296 Mina Yanaquihua - Arequipa*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa,Perú.<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6302>

Coyla Limachi, M. J. (2015). *El análisis financiero para la toma de decisiones en la empresa operadora SURPERU S.A., periodos 2012-2013*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú.<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2018>

Deza Castro, C. S. (2016). *Factibilidad técnico – económico del proyecto de ampliación en la mina Abigail Estefanía en el departamento de Arequipa*. Tesis

- Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9314?show=full>
- López Quispe, A. M. (2017). *Viabilidad económica financiera de minado veta chaparral del yacimiento aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C. – Arequipa*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7314>
- Mamani Quispe, M. F. (2018). *Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la Cooperativa Minera Metalúrgica San Francisco de Ananea Limitada, periodo 2016*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7618>
- Meres Vargas, A. I. (2014). *Evaluación de riesgos asociados a proyectos de Inversión Minera: Caso Mina Cuprosa*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1215>
- Poma Rumi, S. (2018). *Planeamiento operacional subterráneo mediante una evaluación técnica de la mina Marquiga y Marquiga 02 S.R.L.* Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3263>
- Quispe Pacompia, F. R. (2018). *Evaluación económica para la determinación de rentabilidad en la explotación aurífera de la Empresa Contratistas Generales Winchumayo E.I.R.L.-Carabaya*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9124>
- Rivera Acuña, A. D. (2011). *Evaluación económica del proyecto minero San Antonio óxidos*. Tesis Pregrado, Universidad de Chile, Santiago de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104357>