



Vigilada Mineducación

Propuesta de mejoramiento de las metodologías de evaluación de un proyecto de inversión bajo análisis de riesgo para una empresa manufacturera

Proposal to improve the evaluation methodologies of an investment project under risk analysis for a manufacturing company

Valentina Vanegas Echeverri

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Magíster en Administración Financiera – MAF

Asesor

Gustavo Alberto Sánchez Ribero

Universidad EAFIT

Escuela de Economía y Finanzas

Maestría en Administración Financiera – MAF

Medellín

2023

© 2023 por Valentina Vanegas Echeverri

Todos los derechos reservados

Resumen

El dinamismo de la economía mundial y su sensibilidad frente a los diferentes acontecimientos sociales, políticos y ambientales destaca la importancia de tomar decisiones de inversión a nivel empresarial basadas en análisis estructurados y bien fundamentados. El siguiente trabajo busca evaluar la implementación de un proyecto en la compañía estudiada, desarrollando una metodología de análisis sistemática, probabilística, replicable y que permita robustecer su proceso de evaluación financiera actual, incorporando las buenas prácticas propuestas por la ISO 55001. Los resultados obtenidos en el estudio de inversión permiten afirmar que la consideración de factores de riesgo incrementa la certeza de éxito en un proyecto, puesto que hace posible planear y gestionar las variables de mayor impacto identificadas en el mismo.

Palabras claves: Inversión, rentabilidad, ISO 55001, riesgo, pronóstico financiero, economía de escala.

Abstract

The dynamism of the world economy and its sensitivity to different social, political and environmental events, highlights the importance of making investment decisions at the business level based on structured and well-founded analysis. The following work seeks to evaluate the implementation of a project in the company studied, developing a systematic, probabilistic, replicable analysis methodology that allows strengthening its current financial evaluation process, incorporating the good practices proposed by ISO 55001. The results obtained in the investment study allow us to affirm that the consideration of risk factors increases the certainty of success in a project, since it makes it possible to plan and manage the variables with the greatest impact identified in it.

Keywords: Investment, profitability, ISO 55001, risk, financial forecast, economy of scale.

Contenido

Introducción.....	6
Marco teórico.....	9
Metodología.....	14
Análisis de resultados	20
Conclusiones y recomendaciones.....	27
Referencias	28

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Inflación (% anual) - América Latina y el Caribe	6
Ilustración 2. Crecimiento del PIB (% anual) - América Latina y el Caribe.....	7
Ilustración 3. Tasa de interés activa en países de América Latina, 2022	7
Ilustración 4. Línea de tiempo - estándares internacionales de la Gestión de Activos y Riesgo	10
Ilustración 5. Diagrama de Gestión de Activos ISO 55001	11
Ilustración 6. Flujograma de la metodología para la evaluación de proyectos con base en ISO 55001	14
Ilustración 7. Tríada Gestión de Activos	16
Ilustración 8. Variables consideradas en el estudio de riesgo	17
Ilustración 9. Distribución de probabilidad VPN rango #1	22
Ilustración 10. Distribución de probabilidad VPN rango #2	22
Ilustración 11. Contribución a la varianza - Variables VPN	23
Ilustración 12. Distribución de probabilidad TIR rango #1.....	24
Ilustración 13. Distribución de probabilidad TIR rango #2.....	25
Ilustración 14. Contribución a la varianza - Variables TIR.....	26

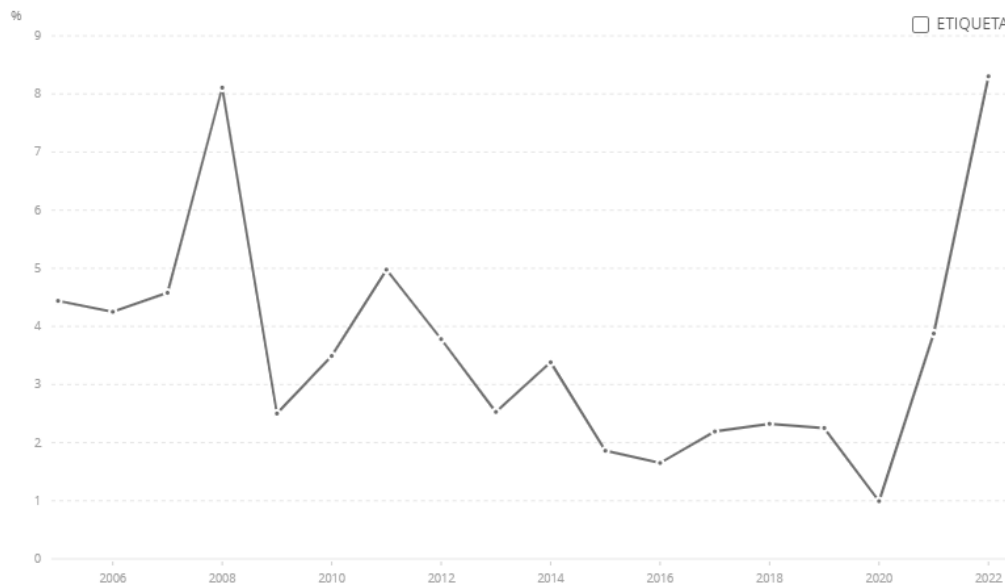
Lista de tablas

Tabla 1. Rango de precios considerados por cliente	18
Tabla 2. Evolución costo por tonelada	20
Tabla 3. Indicadores financieros.....	20
Tabla 4. Inductores de valor	21

Introducción

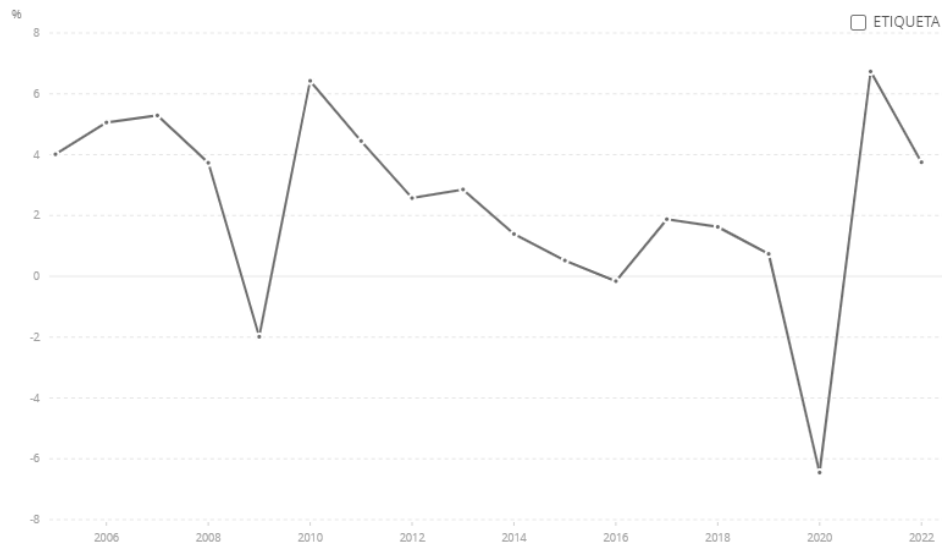
Según los indicadores compartidos por el Banco Mundial, América Latina y el Caribe cerraron el año 2022 con una inflación del 8,3 %, niveles incluso superiores a los alcanzados en la recesión económica del 2008, cuando la región obtuvo una inflación de 8,1 %. En cuanto a la variación anual del PIB, la región presentó un crecimiento de 3,8 %; además, se observaron tasas de interés activas superiores al 10 % (Banco Mundial, 2022). Factores como la volatilidad de los mercados, las altas tasas de interés y la incertidumbre política de la región y del ámbito mundial resaltan la necesidad de tomar decisiones de inversión sustentadas en análisis robustos con una visión holística de la compañía y su entorno.

Ilustración 1. Inflación (% anual) - América Latina y el Caribe



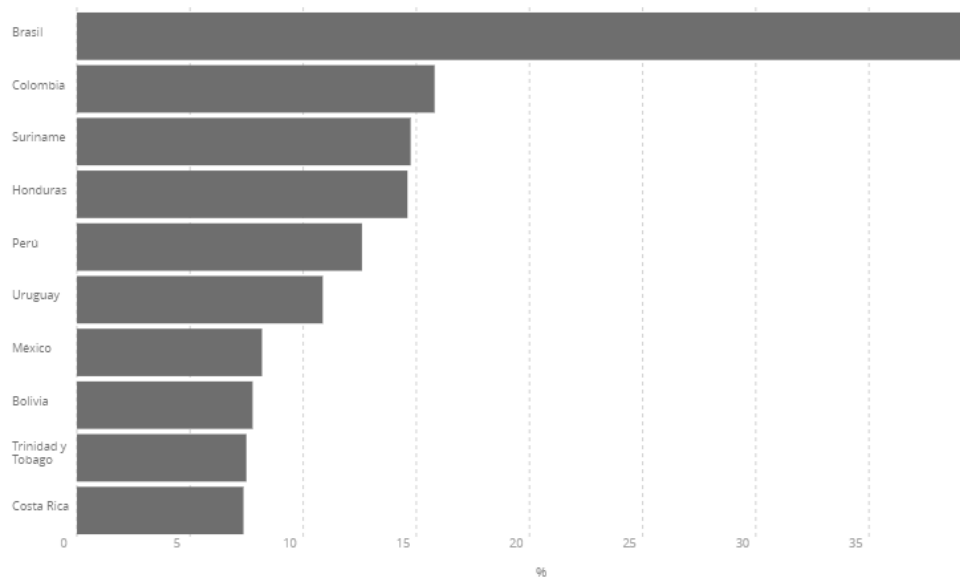
Fuente: Banco Mundial.

Ilustración 2. Crecimiento del PIB (% anual) - América Latina y el Caribe



Fuente: Banco Mundial.

Ilustración 3. Tasa de interés activa en países de América Latina, 2022



Fuente: Banco Mundial.

La ejecución de una inversión suele estar altamente influenciada por necesidades inmediatas surgidas a partir de cambios en la producción o la demanda de la compañía, lo cual evidencia la necesidad de desarrollar un proceso estructurado y parametrizado para el análisis de inversión que mitigue el riesgo y sustente confiablemente los indicadores que soportan la toma de decisiones. El siguiente proyecto de campo busca desarrollar una metodología de análisis de inversión que incorpore las buenas prácticas de la ISO 55001, con el objetivo de complementar la evaluación financiera tradicional que practican usualmente las compañías.

La metodología diseñada propone pasar de una evaluación financiera determinística, que está siendo implementada actualmente por la compañía estudiada, a un análisis financiero probabilístico complementado con un estudio de riesgo, el cual alinea los objetivos de la organización, el conocimiento de las diferentes áreas de la empresa y las variables técnicas y económicas que pueden interferir en la implementación y el desarrollo de la inversión estudiada, lo que disminuye la incertidumbre en la elección y la ejecución de proyectos de alto costo e impacto financiero.

Finalmente, la inclusión de principios fundamentales de la ISO 55001 (Sistema de Gestión de Activos), como la implementación de procesos sistemáticos y la alineación de las variables técnicas del activo con el control de la ejecución del costo y la identificación y la gestión del riesgo (Trocel, 2020), facilitó la tarea de estructurar una metodología replicable y extrapolable en diferentes proyectos de inversión y sectores industriales; además, incrementó el nivel de confiabilidad en los resultados obtenidos en los análisis financieros realizados y en la toma de decisiones estratégica final.

Marco teórico

El dinamismo económico en el que se desenvuelven las organizaciones a nivel mundial exige que las compañías monitoreen constantemente sus pronósticos financieros y determinen qué tan alineadas están sus capacidades productivas con las expectativas y los requerimientos del mercado. Una vez las compañías evidencian la necesidad de incrementar su capacidad productiva con el fin de cubrir la demanda del sector, es importante realizar un análisis detallado que soporte la decisión de ejecutar un proyecto o una inversión.

Para efectuar el análisis de la inversión y la toma de decisiones adecuada, se mide la generación de valor mediante los flujos de caja incrementales y no respecto a los beneficios contables, puesto que estos últimos no necesariamente reflejan la liquidez de la compañía (Mascareñas, 2007). Los flujos de caja incrementales representan los beneficios y los costos generados únicamente por el proyecto, excluyendo así los flujos obtenidos mediante la operación de la empresa antes de la implementación del mismo (Lira, 2013).

En ese sentido, “el valor intrínseco de un activo está determinado por los flujos de efectivo que espera que genere ese activo durante su vida y la incertidumbre que siente acerca de estos flujos de efectivo” (Damoradan, 2011). Por eso, es necesario identificar los escenarios a evaluar que puedan interferir en las proyecciones y generar una variación en los supuestos utilizados durante la construcción de los análisis financieros, para así contemplar los factores determinantes que deben ser considerados y controlados para disminuir el riesgo durante la ejecución del proyecto.

Destinar CAPEX de la compañía para la adquisición de nuevos activos requiere de una dirección adecuada que permita potencializar la generación de valor de los mismos, por lo cual surge la necesidad de implementar estándares internacionales como la ISO 31000 (Gestión de Riesgo), la PASS 55 (Gestión de Activos Físicos), y su más reciente actualización, la ISO 55001 (Gestión de Activos), las cuales plantean principios y normativas para la gestión holística de activos físicos, humanos e intangibles, alineadas con un marco integral para la administración del riesgo (Trocel, 2020).

Ilustración 4. Línea de tiempo - estándares internacionales de la Gestión de Activos y Riesgo



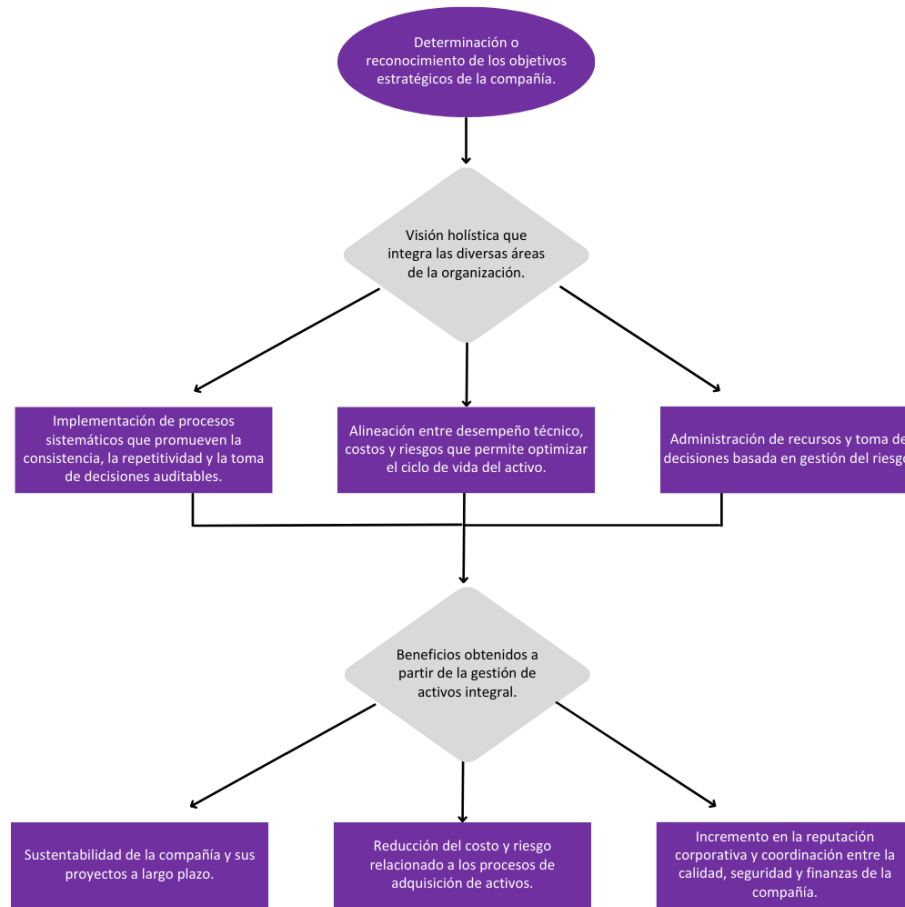
Fuente: Elaboración de la autora.

Según la PASS 55, la gestión de activos hace referencia a

las actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización administra de forma óptima y sustentable sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos asociados y costos a lo largo de su ciclo de vida con el propósito de alcanzar las metas del plan estratégico.

Además, en línea con la ISO 55001, la implementación de una gestión sistemática y estandarizada permite coordinar y alinear áreas de la compañía como calidad, producción y finanzas, facilita la planificación estratégica y financiera a largo plazo, y mejora los sistemas de gestión del riesgo (Trocel, 2020).

Ilustración 5. Diagrama de Gestión de Activos ISO 55001



Fuente: Elaboración de la autora a partir de Trocel (2020).

El doctor en Investigación de Operaciones Werner Ketelhöhn afirma que los proyectos de inversiones deben ser evaluados mediante un enfoque sistémico y multidimensional, puesto que son el elemento final de los sistemas de formulación de la estrategia corporativa. Entre las dimensiones a analizar, se deben considerar los aspectos estratégicos, financieros, de riesgo, y el contexto político-económico en el cual se desarrollan la operación y la comercialización de la compañía.

Los proyectos de inversión pueden ser clasificados según el tipo de función que desempeñan al interior de una compañía; además, dicha clasificación implica una correlación entre su tipo de función y el grado de riesgo que estos representan. Las inversiones para renovación y modernización de elementos productivos y de

comercialización son consideradas como proyectos con un nivel de riesgo bajo o moderado, mientras que la inversión de expansión y las estratégicas son consideradas como proyectos de riesgo alto (Ketelhohn y Marín, 1986).

El correcto balance entre la generación y la ejecución de costos, el control y la evasión del riesgo, y la optimización del desempeño de los activos potencializa la generación de valor obtenida a partir del proyecto de ampliación (Bedoya, 2014). Lo anterior resalta la importancia de fundamentar la decisión de inversión no únicamente en las proyecciones de caja, la utilidad y los indicadores financieros, sino también en estudios de riesgo que permitan equilibrar los ejes mencionados y que den un contexto más amplio de las variables que pueden interferir en la implementación del proyecto.

Según la ISO 31000, la gestión de riesgo empresarial debe establecer un contexto operacional a partir del cual se identificarán los posibles riesgos, se analizarán y se determinará su probabilidad de ocurrencia y su consecuencia en caso de que este se materialice. Igualmente, se debe evaluar la relevancia de cada uno de los riesgos analizados respecto a los criterios de riesgo de la compañía, y se debe dar tratamiento a estos implementando acciones y técnicas que disminuyan o modifiquen el impacto de los mismos.

En los diferentes tipos de inversión se evidencia la necesidad de excluir los costos que actualmente hacen parte de la cotidianidad de la operación y no se verán afectados por la implementación de la inversión; además, se deben descartar los costos hundidos asociados a la evaluación del proyecto, los cuales hacen referencia a aquellos costos en los que incurre la compañía y que no se podrán recuperar, puesto que estos no cambiarían, independientemente de la acción que se elija desarrollar (Mcafee, Mialon y Mialon, 2010).

Finalmente, al realizar inversiones de expansión o estratégicas, es importante considerar la economía de escala y el efecto que esta pueda generar al incrementar el volumen de producción de una compañía.

Se dice que hay economías de escala cuando los costos medios de largo plazo, es decir, los costos por unidad producida disminuyen con el incremento de la producción. Al contrario,

hay deseconomías de escala cuando esos costos suben con el aumento de la producción.
(Ferro y Lentini, 2010)

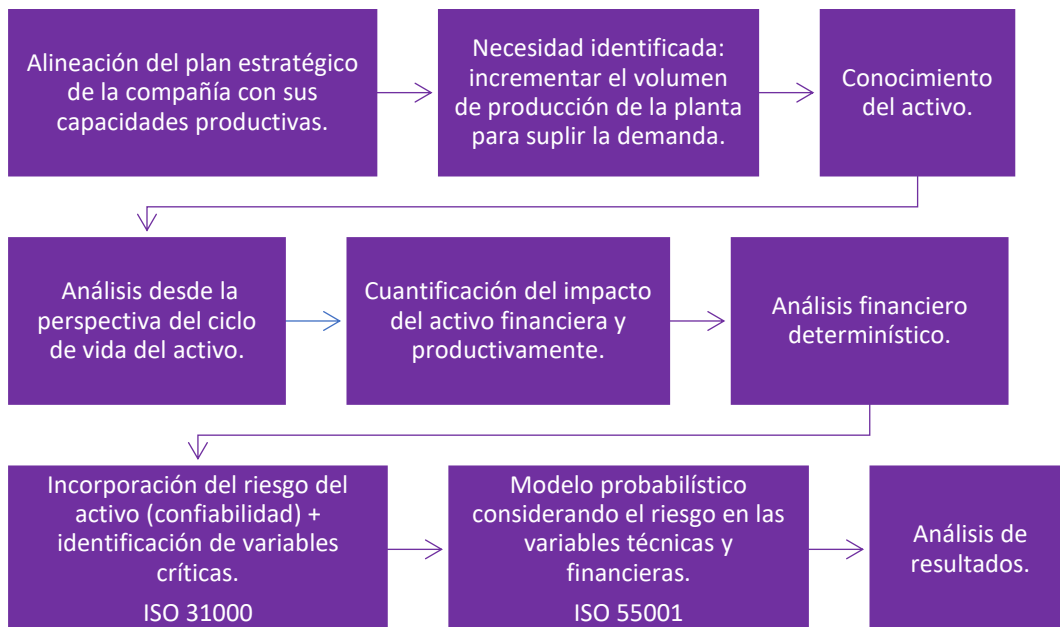
Por lo tanto, es necesario determinar si la implementación del proyecto planteado generará un beneficio o si, por el contrario, incrementará los costos medios de la producción.

Metodología

El trabajo propuesto busca desarrollar un proyecto de campo enfocado en una compañía manufacturera del continente americano, en el cual se diseña una metodología que soportará la decisión de ejecutar una inversión enfocada en el incremento de la capacidad productiva de la empresa. La metodología se presenta como propuesta de mejora para el proceso actual de la compañía y del sector industrial, analizando así factores determinantes en la toma de decisiones organizacionales, como los objetivos actuales de la compañía, el costo, el riesgo y los factores técnicos relacionados con el nuevo proyecto.

Para llevar a cabo la estructuración del proyecto se consultaron fuentes de información relevantes, como los estados financieros de la compañía, los cuales permitieron identificar la correlación y la causalidad entre las variables necesarias para el modelo; además, se desarrolló un análisis documental (Hernández y Mendoza, 2018) con el fin de afianzar el entendimiento de temas como la toma de decisiones, los gastos y los costos financieros, y la economía de escala.

Ilustración 6. Flujoograma de la metodología para la evaluación de proyectos con base en ISO 55001



Fuente: Elaboración de la autora.

Inicialmente, en compañía del equipo comercial y el equipo de planeación de la demanda, se definieron las proyecciones de venta para tres años (2023-2025) con base en las tendencias y las expectativas identificadas en el mercado, información que fue alineada con las capacidades productivas de la compañía. Con dicho análisis fue posible identificar el exceso de demanda proyectado y las falencias de producción que tiene la planta actualmente, punto de partida que evidenció la necesidad de evaluar la ejecución de un proyecto de inversión enfocado en la expansión productiva de la empresa.

Posteriormente, se alinearon los requerimientos con el equipo de ingeniería, el cual presentó sus sugerencias técnicas acerca de las máquinas viables para el desarrollo del proyecto, acompañadas del CAPEX, del gasto y de la capacidad extra que se obtendría a partir de su implementación. Esta información fue suministrada desde una perspectiva *life cycle cost*, que evita considerar únicamente los costos de adquisición del activo (Sánchez, 2022). La elección entre estas opciones fue llevada a cabo según el espacio disponible en la planta, el incremental en la producción y el *ratio* de intensidad de capital con relación a las toneladas producidas obtenidas en cada opción.

Con el fin de garantizar una decisión integral respecto a la inversión analizada, se evidencia la necesidad de implementar los lineamientos de la ISO 55001, que permiten realizar una gestión holística de los nuevos activos que se planea adquirir. La ISO 55001 busca potencializar la creación de valor a partir de la administración estratégica de los costos, el desempeño y los riesgos asociados a los activos considerados. Con base en lo anterior, se desarrolla un detallado estudio financiero y de riesgo, incluyendo variables técnicas críticas para la operación, con el cual se busca construir una base de información sólida que sustente la toma de decisiones final.

Ilustración 7. Tríada Gestión de Activos



Fuente: Elaboración de la autora a partir de Trocel (2020).

Tras pronosticar los ingresos incrementales esperados por el proyecto a diez años, se determinaron los costos y los gastos que se generarían con la ejecución del mismo, entre los cuales se destacaron un mayor costo en materias primas, empleados, energía, materiales de empaque, fletes, impuestos como el 4 x 1.000 y depreciación. Una vez construido el estado de resultados con la anterior información, se alinearon los IDS, DPO y DSO con las políticas de la compañía para proceder así con la construcción del flujo de caja proyectado, integrando e incorporando las variables claves del negocio.

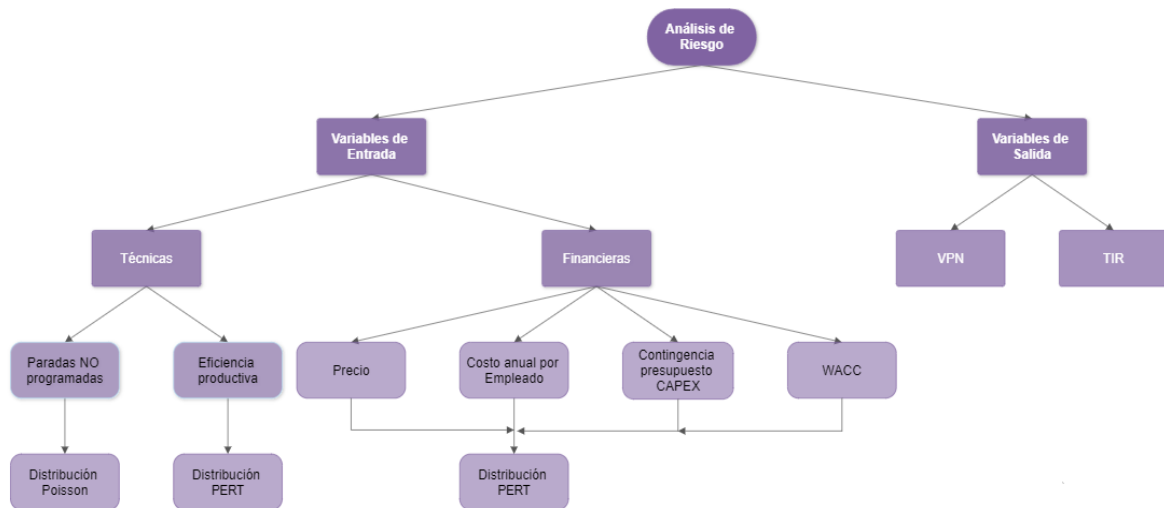
Con el fin de evaluar la viabilidad financiera del proyecto y a partir de los estados financieros anteriormente construidos, se calcularon indicadores financieros como la tasa interna de retorno (TIR), el valor presente neto de los flujos descontados del proyecto (VPN) y el tiempo de recuperación de la inversión (*payback period*); además, se calcularon inductores de valor como la rentabilidad antes de intereses e impuestos, depreciación y amortización (EBITDA), la rentabilidad de los activos obtenidos en la inversión (ROA) y el retorno sobre el capital invertido (ROIC).

Adicionalmente, el análisis financiero se complementa con un estudio de riesgo que permite considerar la incertidumbre en variables económicas y técnicas del proyecto, ampliando así el rango de análisis considerado y obteniendo resultados expresados en distribuciones probabilísticas que permiten al equipo directivo tomar la decisión de

inversión con base en el apetito de riesgo asumido por la compañía y no únicamente con base en un resultado determinístico como el obtenido en la primera parte del estudio financiero, anteriormente descrito.

El estudio de riesgo contempla seis variables de entrada, de las cuales dos hacen referencia a asuntos técnicos y de desempeño de la maquinaria, y cuatro se enfocan en aspectos financieros y económicos del negocio. Dichas variables de entrada se modelaron con distribuciones PERT y Poisson, según la naturaleza de cada una, y sus parámetros fueron definidos a partir de información histórica y de la apreciación de expertos de la compañía. A su vez, se escogieron dos indicadores financieros como variables de salida, con los cuales se determinarán la probabilidad de éxito del proyecto y las variables de entrada con mayor influencia en estos resultados.

Ilustración 8. Variables consideradas en el estudio de riesgo



Fuente: Elaboración de la autora.

Variables de entrada

1. Paradas no programadas: Variable discreta de naturaleza técnica que sigue una distribución Poisson con tasa de ocurrencia de cinco paradas en promedio por año. La definición de dicha tasa se determinó a partir de los datos históricos de las paradas no programadas que se han presentado en las demás máquinas de la compañía.

Se considera una parada no programada aquella que no fue contemplada dentro de la planeación de mantenimientos de la empresa o en los programas de producción, y que fue generada por imprevistos como los cortes de energía, el mal funcionamiento de la maquinaria, la contaminación de las materias primas, los accidentes laborales, entre otros motivos.

2. Eficiencia productiva de la maquina: Variable continua de naturaleza técnica que sigue una distribución PERT con valor mínimo de 90 %, medio de 92 % y máximo de 93 %. La definición de dichos parámetros fue determinada con base en los rangos de eficiencia obtenidos por máquinas de la planta que cuentan con características productivas similares, además del punto de vista de empleados de la compañía expertos en el control de la producción. Se decide utilizar la distribución PERT respecto a la distribución triangular debido a la alta confianza en los estimadores definidos, lo cual permite tener una curva de densidad más suave y una menor desviación estándar en la distribución.

3. Precio de venta: Variable continua de naturaleza financiera que sigue una distribución PERT. Teniendo en cuenta que los ingresos pronosticados presentan una mezcla de clientes definida según la expectativa de venta del equipo comercial, se aplica el ejercicio de análisis de riesgo al precio asignado a cada cliente considerado en las proyecciones, los cuales pueden ser afectados por factores como el poder de negociación de la compañía, el comportamiento de la demanda, aspectos macroeconómicos, entre otros.

Tabla 1. Rango de precios considerados por cliente

Precio	Minimo	Maximo	Medio	Volumen vendido
Cliente 1	238	256	251	6,4
Cliente 2	272	292	286	15,0
Otros Clientes	374	402	394	21,5
<i>Cliente 3</i>	<i>223</i>	<i>240</i>	<i>235</i>	<i>4,1</i>
<i>Cliente 4</i>	<i>316</i>	<i>339</i>	<i>333</i>	<i>5,4</i>
<i>Cliente 5</i>	<i>385</i>	<i>414</i>	<i>406</i>	<i>5,6</i>
<i>Cliente 6</i>	<i>484</i>	<i>520</i>	<i>510</i>	<i>2,6</i>
<i>Cliente 7</i>	<i>356</i>	<i>382</i>	<i>374</i>	<i>2,4</i>
<i>Cliente 8</i>	<i>446</i>	<i>479</i>	<i>469</i>	<i>1,3</i>
<i>Cliente 9</i>	<i>697</i>	<i>749</i>	<i>734</i>	<i>0,0</i>

Fuente: Elaboración de la autora.

4. Costo anual por empleados: Variable continua de naturaleza financiera que sigue una distribución PERT. Se incluye esta variable considerando que la compañía analizada cuenta con una convención de trabajadores que negocia anualmente los incrementos salariales que se implementarán, lo cual la vuelve una variable de bajo control para la compañía.

5. Contingencia presupuesto CAPEX: Variable continua de naturaleza financiera que sigue una distribución PERT con valor mínimo de 15 %, medio de 20 % y máximo de 25 %. Como política de la compañía, todo proyecto de inversión debe contar con una contingencia en el presupuesto de un 20 % adicional al valor total calculado por el equipo de ingeniería, con el fin de cubrir imprevistos técnicos no considerados en la valoración de la compra y la instalación de la maquinaria. Se incluye esta variable con el fin de identificar su impacto en el resultado financiero y qué tanto afecta la viabilidad del proyecto.

6. WACC: Variable continua de naturaleza financiera que sigue una distribución PERT con valor mínimo de 10 %, medio de 13 % y máximo de 20 %. Se incluye esta variable con el fin de determinar a partir de qué porcentaje de WACC el proyecto deja de ser viable financieramente, y así poder considerar la probabilidad de ocurrencia de que se llegue a dicho valor.

Variables de salida

1. Valor presente neto (VPN).
2. Tasa interna de retorno (TIR).

Análisis de resultados

1. Resultados del análisis financiero determinístico antes de incluir el estudio de riesgo.

Tabla 2. Evolución costo por tonelada

Costo por tonelada actual USD (excluye depreciación)	153,96
Costo por tonelada después de la inversión USD (excluye depreciación)	148,89

Fuente: Elaboración de la autora.

Al incluir el proyecto de inversión que incrementa la capacidad productiva de la planta en 43.000 toneladas (con una eficiencia del 92 %), se observa una disminución del costo por tonelada (excluyendo el efecto de depreciación) de 5 dólares. Esta disminución del costo por unidad de medida productiva permite afirmar que la implementación del proyecto generará una economía de escala que permitirá que el incremento en el volumen de producción genere una mayor dilución de los costos fijos de la compañía.

Tabla 3. Indicadores financieros

WACC	13 %
-------------	------

Indicadores financieros para evaluación de proyectos (millones USD)	
VPN	8,68
TIR	18,6 %
Payback descontado	9,77

Fuente: Elaboración de la autora.

Respecto a los indicadores financieros calculados, se obtiene un VPN de 8,7 millones de dólares y una TIR de 18,6 %, la cual supera al WACC considerado en 5,6 %. Lo anterior refleja que el proyecto es viable financieramente; aun así, se debe considerar que el tiempo de recuperación de la inversión es aproximadamente de diez años, y es posible que dicho

factor pueda influir desfavorablemente en la decisión tomada por el equipo directivo de la compañía.

Tabla 4. Inductores de valor

Inductores de valor (millones USD)	
EBIT	5,15
Margen EBIT	37,6 %
EBITDA	7,72
Margen EBITDA	56,3 %
Flujo de caja libre	5,78
ROA promedio	24,2 %
ROIC promedio	24,5 %

Fuente: Elaboración de la autora.

Por su parte, los inductores de valor obtenidos reflejan unas rentabilidades favorables que indican un retorno positivo respecto a la inversión realizada, los gastos ejecutados y los activos adquiridos.

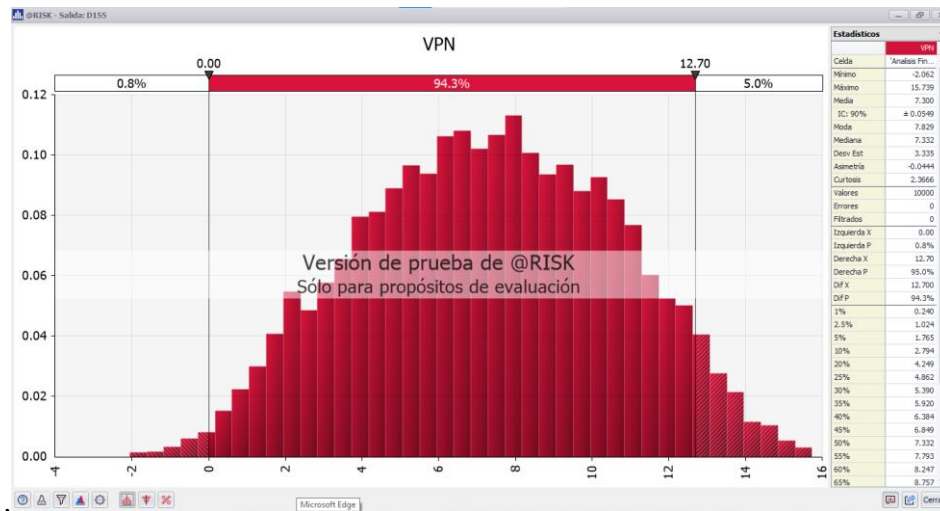
2. Resultados del análisis financiero incluyendo el estudio de riesgo sobre seis variables de entrada y dos variables de salida.

En línea con la información observada en las gráficas 1 y 2, es posible realizar las siguientes afirmaciones:

- Existe una probabilidad de 0,8 % de obtener un VPN menor a cero.
- Con un nivel de confianza del 90 % es posible afirmar que el proyecto obtendrá un VPN entre 1,76 y 12,7 millones de dólares.

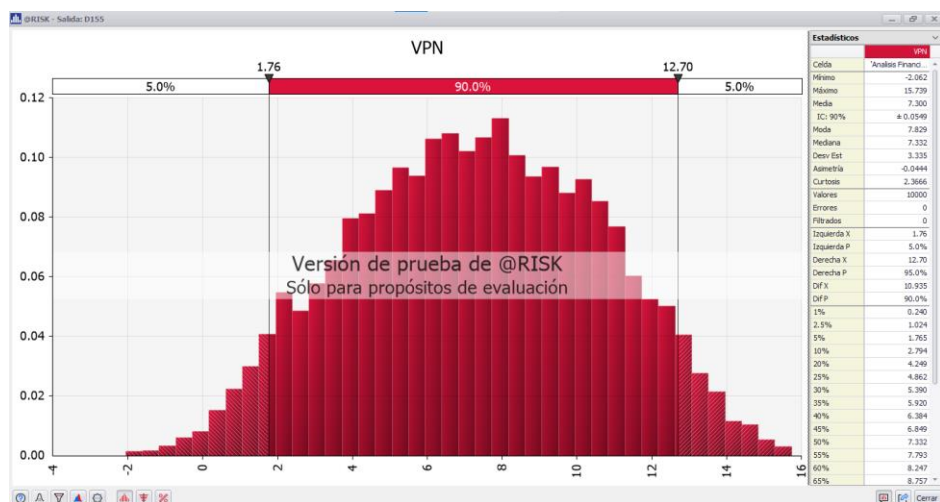
- El valor en riesgo del proyecto (VaR) con un nivel de confianza del 95 % indica que el VPN del proyecto estará por encima de 1,76 millones de dólares.
- El VPN mínimo obtenido por el proyecto podría ser de -2,1 millones de dólares.
- El VPN máximo obtenido por el proyecto podría ser de 15,7 millones de dólares.

Ilustración 9. Distribución de probabilidad VPN rango #1



Fuente: Elaboración de la autora.

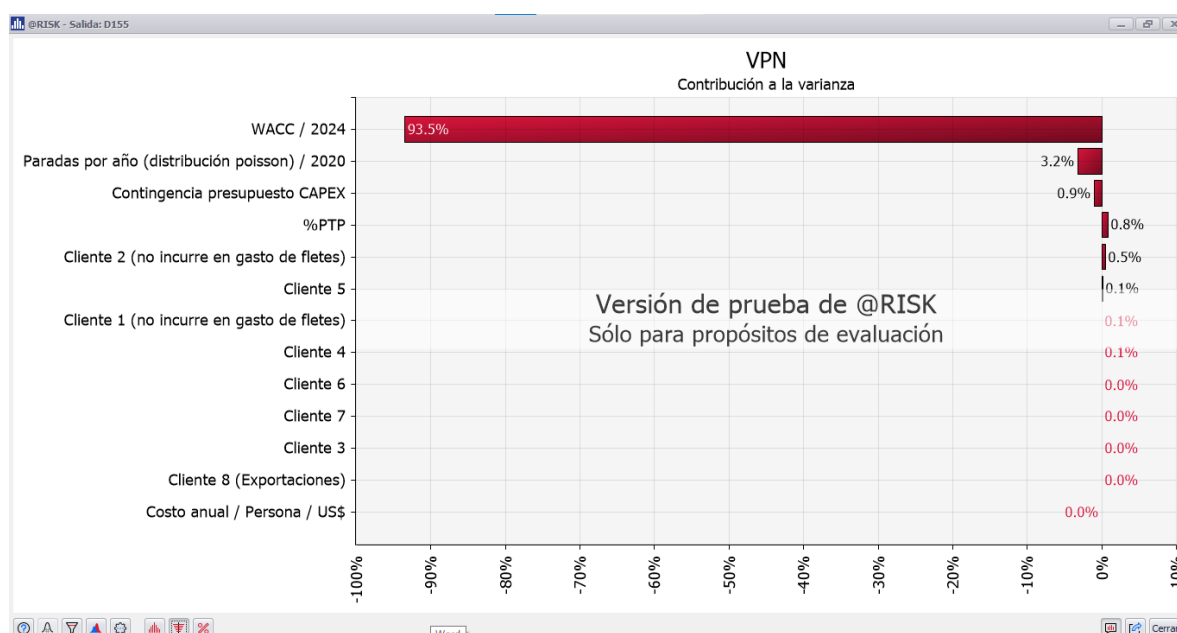
Ilustración 10. Distribución de probabilidad VPN rango #2



Fuente: Elaboración de la autora.

Analizando la siguiente gráfica de tornado, que muestra la contribución a la varianza de cada variable considerada, es posible determinar que el WACC, las paradas no programadas por año, la contingencia del CAPEX y el porcentaje de eficiencia (% PTP) son las variables con mayor influencia en el VPN. Las demás variables, como el precio de los diferentes clientes y el costo anual por empleado, pueden ser despreciadas dentro del modelo de análisis de riesgo y consideradas como un valor estático dentro del análisis del proyecto.

Ilustración 11. Contribución a la varianza - Variables VPN



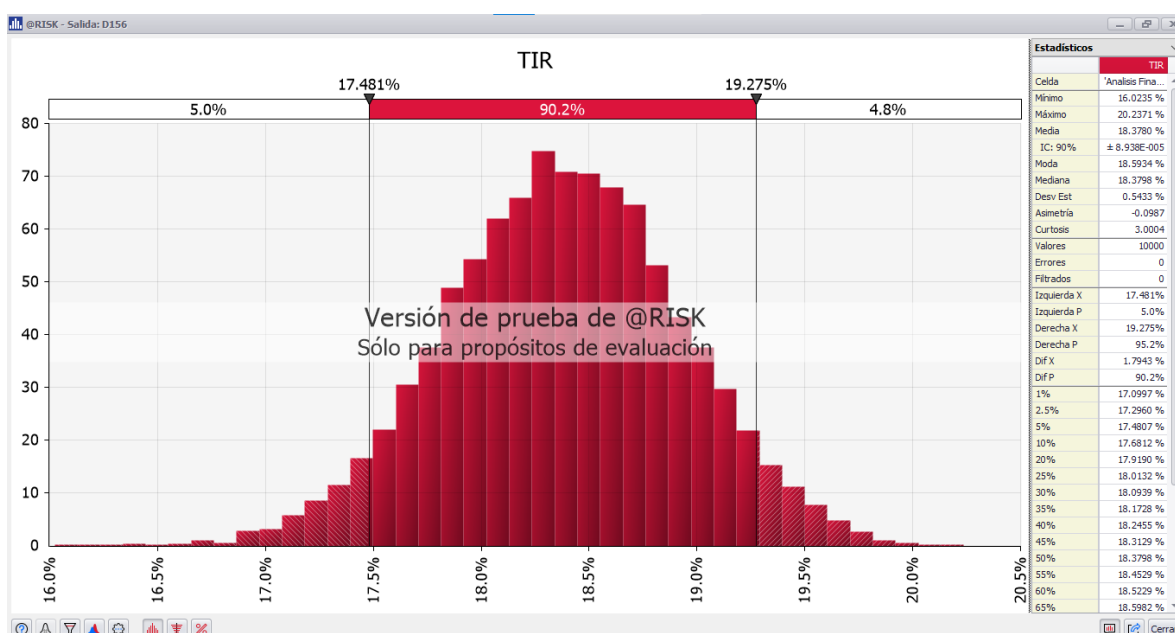
Fuente: Elaboración de la autora.

Por otra parte, al analizar las gráficas correspondientes a los resultados relacionados con la TIR del proyecto, es posible realizar las siguientes afirmaciones.

- La TIR mínima obtenida por el proyecto podría ser de 16,02 %, lo cual indica que será viable financieramente siempre y cuando el WACC considerado sea menor que este valor.
- La TIR máxima obtenida por el proyecto podría ser de 20,2 %.

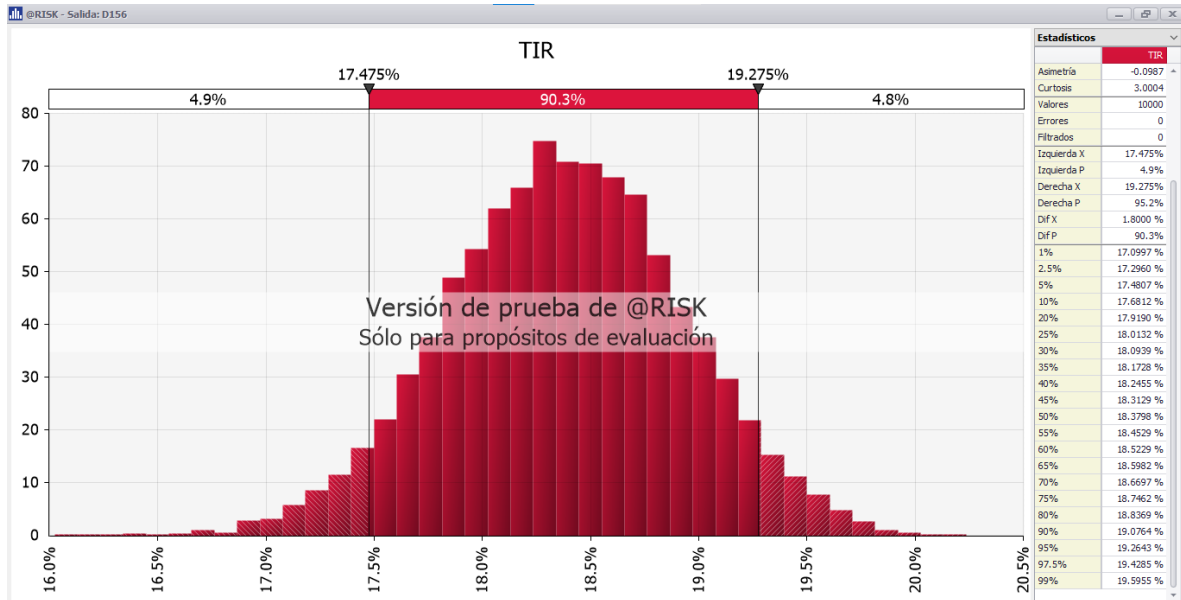
- Considerando un WACC del 13 %, valor determinado en el análisis financiero inicial, existe una probabilidad de 0 % de que el proyecto no sea viable financieramente.
- Con un nivel de confianza del 90 % es posible afirmar que el proyecto obtendrá una TIR entre 17,5 % y 19,3 %, es decir, un valor superior al WACC.
- El valor en riesgo del proyecto (VaR) con un nivel de confianza del 95 % indica que la TIR del proyecto estará por encima de 17,5 %.

Ilustración 12. Distribución de probabilidad TIR rango #1



Fuente: Elaboración de la autora.

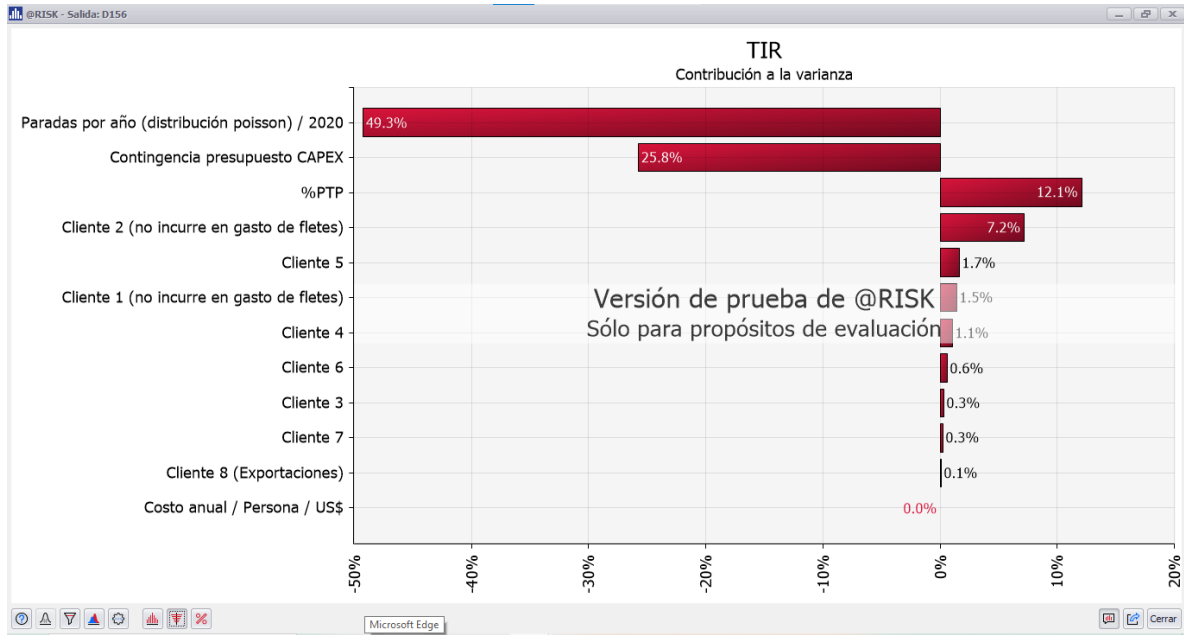
Ilustración 13. Distribución de probabilidad TIR rango #2



Fuente: Elaboración de la autora.

La gráfica de tornado correspondiente a la contribución a la varianza de la TIR de las variables consideradas en el modelo indica que las paradas no programadas por año, la contingencia del CAPEX, el porcentaje de eficiencia (% PTP) y el precio del cliente 2 son las variables con mayor influencia en la tasa interna de retorno. Al igual que en el gráfico de tornado relacionado con el VPN del proyecto, se puede determinar que el costo anual por empleado y el precio de los clientes 3, 6, 7 y 8 pueden ser reflejados como valores estáticos dentro del modelo.

Ilustración 14. Contribución a la varianza - Variables TIR



Fuente: Elaboración de la autora.

Conclusiones y recomendaciones

El diseño de la metodología propuesta consideró elementos críticos de la organización y su operación, lo cual hizo posible evaluar de forma integral los diferentes factores determinantes que interfieren en la ejecución de un proyecto. La inclusión de principios fundamentales de la ISO 55001 en la metodología permitió evidenciar de forma práctica la ejecución de la norma en el sector manufacturero, la cual propició el desarrollo de mejores prácticas en el análisis, la gestión y la evaluación de proyectos de inversión.

Incluir variables relacionadas con la producción, el costo y la rentabilidad de la operación, con el fin de desarrollar un análisis probabilístico que permita controlar y gestionar el riesgo de un proyecto, fortaleció el proceso de evaluación financiera que está siendo utilizado actualmente por la compañía estudiada. Lo anterior permite alinear las decisiones de inversión con los objetivos estratégicos de la organización y con las condiciones de su entorno, dar un mejor manejo a la destinación de recursos y encontrar un equilibrio entre la perspectiva de los equipos técnicos, financieros y administrativos.

Respecto al proyecto evaluado, se puede concluir, con un nivel de confianza del 90 %, que este obtendrá un VPN entre 1,76 y 12,7 millones de dólares. Además, generará una economía de escala al incrementar el volumen de producción de la compañía, y únicamente contará con un 0,8 % de probabilidad de obtener pérdidas. Las variables más influyentes en el VPN fueron el WACC, las paradas de máquina y el porcentaje de contingencia de CAPEX utilizado por el equipo de ingeniería, lo cual permite evidenciar el alto impacto que pueden generar factores macroeconómicos, técnicos y financieros en el desarrollo de una inversión, y la necesidad de identificarlos y controlarlos antes y durante su ejecución.

Finalmente, con base en los resultados anteriormente mencionados, es posible afirmar que adicionar un estudio de riesgo en una evaluación financiera y migrar de un análisis determinístico a uno probabilístico permite incrementar la certeza de éxito de un proyecto, facilitando así la planeación y la gestión de los factores que pueden afectar su ejecución. Por lo tanto, se le sugiere a la compañía analizada implementar el proceso descrito en la figura 6, la cual presenta una guía de la metodología diseñada para evaluar proyectos de inversión alineándose a las buenas prácticas de gestión propuestas por la ISO 55001.

Referencias

- Banco Mundial (2022). *Banco Mundial*. <https://datos.bancomundial.org/region/america-latina-y-el-caribe>.
- Bedoya, C. M. (2014). *ISO Gestión de activos Una mirada hacia el futuro desde el área de mantenimiento*. <https://docplayer.es/4917217-Iso-55000-gestion-de-activos-una-mirada-hacia-el-futuro-desde-el-area-de-mantenimiento-carlos-mario-bedoya-rios-cementos-argos.html>.
- Damoradan, A. (2011). *The little book of valuation: How to value a company, pick a stock and profit*. John Hoboken: Wiley & Sons, Inc.
- Ferro, G., y Lentini, E. (2010). *Economías de escala en los servicios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL.
- Gitman, L. J., y Zutter, C. J. (2012). *Principios de administración financiera*. Ciudad de México: Pearson.
- Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- IAM (2004). PASS 55 - Gestión de Activos Físicos.
- ISO (2009). ISO 31000 - Gestión de Riesgo.
- ISO (2014). ISO 550001 - Gestión de Activos.
- Ketelhohn, W., y Marín, J. (1986). *Inversiones estratégicas. Un enfoque multidimensional*. San José: Asociación Libro Libre.
- Lira, P. (2013). *Evaluación de proyectos de inversión*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Mascareñas, J. (2007). *Principios de finanzas*. Madrid: Universidad Complutense.

Mcafee, P., Mialon, H., y Mialon, S. (2010). Do sunk costs matter? *Economic Inquiry*, 323-336.

Ortiz, D. (2020). Balance “costo-riesgo-desempeño” o “valoración de riesgos”: ¿Cuál de los dos conceptos utilizar en la toma de decisiones?. <https://docplayer.es/183158453-Balance-costo-riesgo-desempeno-o-valoracion-de-riesgos-cual-de-los-dos-conceptos-utilizar-en-la-toma-de-decisiones.html>.

Sánchez, G. (2022). *Decisiones de inversión. Notas Finanzas Corporativas EAFIT*. Medellín: Universidad EAFIT.

Trocel, D. (2020). *Reliability Connect*. <https://esp.reliabilityconnect.com/gestion-de-activos-serie-iso-55000/>.