

Modelización de proyectos de inversión en un entorno eco-eficiente

Modeling of investment projects in an eco-efficient environment

Prof. Gabriel R. Feldman¹

Resumen

La gestión de riesgos provee pautas para coordinar objetivos y estrategias que guían a la dirección de la empresa para la implementación de políticas de negocios sustentables, basado en el impacto sobre el riesgo de tales estrategias.

Evaluar un proyecto o negocio con una visión integral comprende analizar el marco de apetito al riesgo de la empresa, a fin de definir inicialmente el nivel de riesgo que está dispuesta a asumir, y consecuentemente diseñar un modelo que integre cualitativa y cuantitativamente los riesgos involucrados.

Este trabajo se apoya en diversas herramientas cualitativas y cuantitativas, como ser la matriz de Leopold modificada, simulación Montecarlo y regresión lineal múltiple, para la detección de variables críticas y evaluación de impactos de probables escenarios futuros, basado en parámetros definidos por la dirección de la empresa. El análisis se complementa con un modelo que incorpora los riesgos socio ambientales al cálculo precedente, conduciendo a un enfoque integrador que vincula el riesgo/rentabilidad a la estrategia. Es así que se propone un esquema de cuantificación sistemática de impactos de los factores eco-socio-ambientales sobre las variables que determinan el flujo de fondos del proyecto, explicitando la fundamentación de sus elementos.

¹ Profesor titular de Finanzas de Empresas I, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán. Magister en Disciplinas Bancarias UNLP. Doctorando en Ciencias Económicas UBA. Argentina.
gfeldman@face.unt.edu.ar

Palabras clave: Modelos financieros, Simulación Montecarlo, Cuantificación de riesgos, Mapa de calor, Matriz de riesgos, sustentabilidad

Abstract

Risk management provides guidelines to coordinate objectives and strategies that guide the administrators of the company for the implementation of sustainable business policies, based on the risk impacts of such strategies.

Evaluating a project or business with a comprehensive vision includes analyzing the risk appetite framework of the company, in order to initially define the level of risk that it is willing to assume, and consequently design a model that qualitatively and quantitatively integrates the risks involved.

This work is supported by various qualitative and quantitative tools, such as the modified Leopold matrix, Montecarlo simulation and multiple linear regression, for the detection of critical variables and evaluation of impacts of probable future scenarios, based on parameters defined by the management of the company. The analysis is complemented with a model that incorporates socio-environmental risks into the preceding calculation, leading to an integrative approach that links risk / return to strategy. Thus, a systematic quantification scheme is proposed for the impacts of eco-socio-environmental factors on the variables that determine the cash flow for the project, making explicit the source of its elements.

Keywords: Financial models, Monte Carlo simulation, Risk quantification, Heat map, Risk matrix, sustainability

Introducción

Cuando se evalúa un proyecto, existen diferentes prioridades y diferentes interesados. Algunas de las características centrales en el análisis son: nivel de expectativas, grados de aversión al riesgo y la información disponible al tomar la decisión.

Dado que en un escenario real resulta impensable que los costos, precios y cantidades van a permanecer constantes, es preciso crear un contexto

de diferentes alternativas y escenarios, para lo cual los softwares de simulación se apoyan en distribuciones de probabilidad para asignar momentos a las variables aleatorias, con el objetivo de encontrar probabilidades de ocurrencia.

Las opciones de inversión se pueden clasificar preliminarmente en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes (Sapag Chain, 2011):

- ✓ Dependientes son aquellas que para ser realizadas requieren otra inversión.
- ✓ Independientes son las que se pueden realizar sin depender ni afectar o ser afectadas por otros proyectos.
- ✓ Mutuamente excluyentes, corresponden a proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo hace innecesario.

A efectos de determinar la viabilidad de un proyecto, es prioritario comprender y definir las partes interesadas o *stakeholders*, en virtud de los posibles conflictos de interés, tanto en el micro-entorno (a partir de la empresa) como macro-entorno (a partir del mercado), según lo ilustra la imagen siguiente.

Cuadro 1 – El entorno organizacional



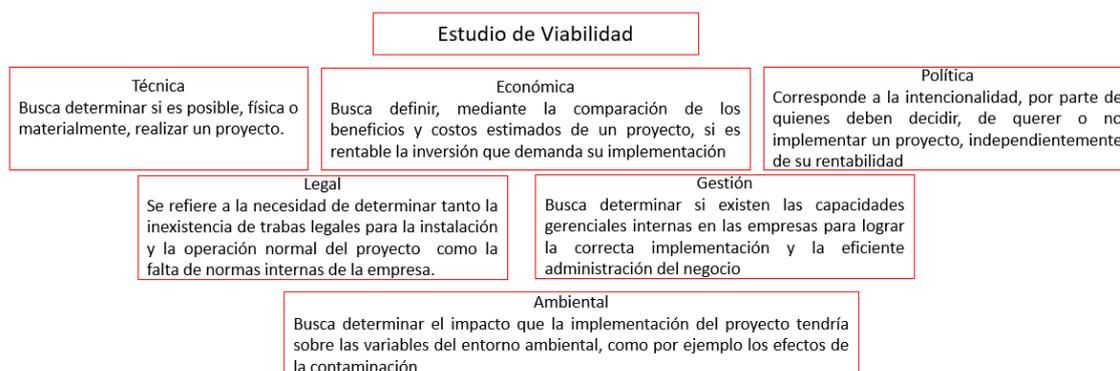
Fuente: Santeli, 2016

Diversos aspectos deberán tenerse en cuenta para la valoración económica financiera de un proyecto de inversión:

- Estudio de mercado
- Pronóstico
- Estudio técnico del proyecto
- Aspectos tributarios y administrativos
- Costos e inversiones
- Cálculo de beneficios del proyecto
- Construcción del flujo de caja
- Análisis de rentabilidad
- Riesgo e incertidumbre
- Costo de capital
- Priorización de proyectos a partir de recursos y riesgos

Para recomendar la aprobación de cualquier proyecto, es preciso estudiar su viabilidad desde todos los puntos de vista, que condicionarán el éxito o el fracaso de una inversión, tal como se ilustra a continuación:

Cuadro 2: Estudio de viabilidad de un proyecto de inversión



Fuente: Nassir Sapag, 2011

La literatura de finanzas y evaluación de proyectos de inversión ha tratado con diferentes alcances estos aspectos, de los cuales el que menos desarrollo ha tenido desde un punto de vista cuantitativo es el ambiental. En la ilustración se evidencia que dicho aspecto es transversal a todos los ejes, ya que puede impactar tanto en su faz

económica, técnica, legal, etc. Téngase en cuenta que este ítem no se refiere a un proyecto de inversión ambiental, sino a cualquier proyecto en su iteración con el mismo.

Si bien en el análisis del entorno se citaron aspectos cualitativos (como ser el contexto político, legal o sociocultural), el propósito del análisis es económico/financiero, y, como tal la propuesta es diseñar un modelo cuantitativo para la evaluación del proyecto, que contemple todos los aspectos.

En tal sentido, se propone en este trabajo un modelo para sensibilizar los resultados mediante herramientas de simulación, con el fin de contribuir al análisis de cual/es variables utilizadas como insumos de entrada, afectan en mayor medida a la variable característica, que en la valoración de proyectos preferentemente es el VAN (valor actual neto). En otras palabras, cuáles son los factores críticos de éxito, a partir de la maximización del resultado del modelo. Otras variables características en la evaluación de proyectos suelen ser: la tasa interna de retorno (TIR), el plazo de recuperación descontado, entre otros.

En términos de modelación financiera con software especializado, este análisis se plantea inicialmente a través de un modelo determinístico, seguido de un esquema de análisis de sensibilidad estático, conocido como esquema de gráficos tornado y araña, que hacen cambiar las variables de a una a la vez, permaneciendo las restantes en estado ceteris paribus. Una vez identificados los factores críticos, se asignarán distribuciones de probabilidad a las variables de mayor influencia (variables más relevantes) con el fin de proceder a un análisis de sensibilidad dinámico o estocástico. En este caso ya las variables se moverán en distintas direcciones, acorde las correlaciones entre ellas, así como a su comportamiento estocástico, y además ya en este caso ya no permanecen todas en su escenario base, sino que se modifican al mismo tiempo.

El propósito del modelo es calcular la rentabilidad y analizar riesgos. Cómo métricas de rentabilidad se calcularán VAN y TIR, y se empleará para medir el riesgo el coeficiente de variación para medir la dispersión respecto del valor esperado. Posteriormente, se incorporarán las variables relativas a sustentabilidad, en un análisis cuali-cuantitativo.

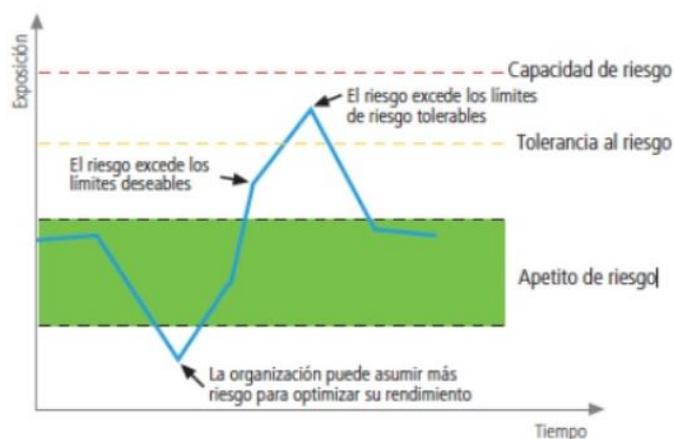
Definición del Marco de Apetito al Riesgo

La definición del marco de apetito al riesgo (MAR) se vincula a la gestión integral de riesgos, y la idea central es la integración de los riesgos con las estrategias de la empresa, de modo de no incorporar los riesgos de forma individual en su apetito al riesgo, sino relacionándolos con una visión estratégica de la organización.

Se propone que la definición del MAR añada valor, al diseñar estrategias acordes al mismo, así como definir las políticas de desarrollo y crecimiento del negocio bajo una estructura de riesgo-rentabilidad.

Su definición supone establecer niveles de apetito, tolerancia y capacidad (ATC), según lo indicado en el siguiente cuadro:

Cuadro 3: Definición de Apetito, Tolerancia y Capacidad



Fuente: Rivera Landa, 2016

Definiciones claves:

- **Apetito:** Es la cantidad de riesgo que está dispuesta a aceptar la empresa en la búsqueda de su misión, visión y /o logro de objetivos.
- **Tolerancia:** Es la desviación o nivel aceptable de variación en los resultados de la empresa relativos a la consecución y /o logro de sus objetivos.

- Capacidad: Cantidad y tipo de riesgo máximo que la empresa es capaz de soportar en la persecución de sus objetivos.

En otras palabras, el *apetito* se refiere al riesgo propio involucrado en la inversión, en que lógicamente la empresa asume un cierto nivel de riesgo. *Tolerancia* es la desviación respecto del apetito, mientras que *capacidad* se refiere al límite hasta el que puede soportar la empresa.

En este sentido, El MAR vincula diversos aspectos: políticas, procesos, controles, sistemas, métodos de monitoreo, métodos de cuantificación, metodologías de comunicación, incluyendo la definición de roles y responsabilidad de las personas y las organizaciones involucradas.

Dado que el MAR debe considerar los riesgos importantes para la empresa, así como para su reputación con respecto a sus entidades relacionadas, los riesgos eco-socio-ambientales se incorporan en este esquema de análisis. Estos riesgos abarcan diferentes aspectos, que a modo simplificado se enuncian a continuación agrupando en categorías:

- Medios y mercado: riesgo reputacional de la marca o empresa
- Clientes: pérdida de participación de mercado
- Gobiernos: sanciones, multas, clausuras, cierres
- Financiero: menor acceso al crédito, mayor costo de capital

Su definición supone pautar *Límites*, que hacen referencia a los estándares que se fijará para definir la estrategia de cuantificación que se pondrá en práctica para cubrir, cumplir y monitorear las estrategias de apetito al riesgo. Esto puede desarrollarse por línea de negocio, tipo de producto, factor de riesgo, u otra característica, y ello dependerá del nivel de profundidad con que quiera desarrollarse el MAR. Asimismo, requiere se analice el perfil de riesgo, es decir la exposición bruta y neta (en caso de tener mitigantes) agregada en cada categoría de riesgo relevante, en función de suposiciones a futuro.

A través de este esquema, el propósito es contrastar la adecuación de los riesgos que afronta con el nivel de riesgos que desea asumir la empresa, y a tal fin se procura desarrollar un modelo que contemple la agregación de la heterogeneidad de riesgos, y las distintas formas de evaluar sus impactos. Una vez definido, se contará con una evaluación acertada, con base a datos cualitativos y cuantitativos, del nivel de riesgos razonables que se desea aceptar.

Plantear el MAR, servirá también para empezar a pensar en ATC, y de esta forma tener una referencia de cuál es la exposición de la entidad frente a los riesgos que puede enfrentar.

Siendo que la estrategia contempla el mediano y largo plazo, si se toman decisiones basadas solo en el corto plazo posiblemente esté castigando al portafolio de sus negocios por no haber tenido definido el MAR. Su correcta formulación permite establecer límites, controles, alineación con riesgos estratégicos, y diseñar presupuestos en base a la declaración del apetito al riesgo.

Cuadro 4: Objetivos de la definición del Marco de Apetito al Riesgo

Protección	Toma de Decisiones	Reportes
<ul style="list-style-type: none"> • Conectar la gestión integral de riesgos al marco financiero • Identificar oportunidades para optimizar perfiles de riesgo • Establecer una estrategia realista, y requisitos para el crecimiento de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el perfil de riesgo/rentabilidad • Alinear las decisiones de la empresa a los objetivos estratégicos • Delegar responsabilidades de acuerdo al MAR, con criterios basados en ATC 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar un riesgo adecuado para las partes interesadas • Permitir un seguimiento continuo del perfil de riesgo de la organización, y focalizar sobre los riesgos relevantes.

Fuente: Elaboración propia

Procesos en la construcción del MAR:

- Definición de criterios: para la empresa involucrada la definición del MAR, el ATC y su declaración representa un objetivo estratégico para sus planes de negocios, incluyendo la incorporación de factores eco-socio-ambientales.
- Roles y responsabilidades de los propietarios. Si bien la elaboración de los modelos cuantitativos se asigna a profesionales, los titulares de la firma asumen el rol y responsabilidad en cuanto a la toma de decisiones en materia de estrategias y políticas de sustentabilidad.
- Medición del riesgo: se planteará en este trabajo un modelo basado en simulación Montecarlo para cuantificación de riesgos, asumiendo que para algunas variables se cuenta con información histórica, y en otras se recurre a métodos Delphi.

- Definición de límites: una vez definidas las metodologías de cuantificación enunciadas en el punto anterior, se definirán alertas tempranas para la toma de decisiones oportunas.
- Protocolos de riesgos: Se precisará qué decisiones tomar cuando se supere el apetito, la tolerancia o se acerque el límite de capacidad. Por ejemplo, en la situación de pandemia que se vive (con caídas de ingresos, cierres de mercados) los protocolos de riesgos son fundamentales a fin de tomar decisiones de un modo más adecuado.
- Alineación estratégica basada en riesgo: una vez que se cuenta con todos los pasos anteriores cumplidos, se puede pensar en alinear estrategia con los riesgos, a efectos de optimizar la relación riesgo/rentabilidad.
- Curva de aprendizaje: los procesos de MAR son dinámicos. A medida que la empresa evoluciona, así como los mercados y la situación macro, se irá ajustando el MAR.

En este artículo, se planteará un modelo en que inicialmente se desarrollen los riesgos en forma independiente, para luego agregarlos en un resultado integrador, incluyendo aquellos relativos a variabilidad de la rentabilidad, tanto como los riesgos derivados de aspectos vinculados a sustentabilidad.

Un paso posterior, queda a los propietarios de la empresa definir planes de contingencia y alinear el modelo de negocio a los riesgos descriptos, y decidir cómo asignar el capital acorde al riesgo, es decir, todas las estrategias de asignación de fondos llegarían a ser acordes a la gestión de riesgos y objetivos estratégicos.

Siendo que se definirá como un objetivo el crecimiento de los ingresos en un 10% anual, los titulares de la organización son quienes deberán pautar las medidas atinentes a lograrlo, y qué riesgos estratégicos conllevan asociados. Es así como cada uno de los objetivos que se plantearán en el modelo cuantitativo suponen niveles de riesgo que repercutirán en la variabilidad del VAN.

Queda para instancias posteriores las decisiones tácticas, por ejemplo, configurar equipos de trabajo, asignación de presupuestos, capacitaciones que se pueda requerir, e incorporación del apetito al riesgo en el esquema de compensaciones al personal.

A efectos de diseñar el modelo, se tendrán en cuenta variables cuantitativas y cualitativas, dado que incorporar riesgos derivados de la

sustentabilidad implican variables en que la intuición forma parte del modelo. Se propondrá un modelo a modo ilustrativo, pudiendo asimismo basarse en esquemas cuali-cuantitativos de tipo CAMEL (capital, activos, management, beneficios y liquidez).

En el ejemplo, la herramienta de simulación indicará qué escenarios probables puede la empresa empezar a tener para cumplir esos objetivos estratégicos, y de esa forma comenzar a definir ATC. Es decir, se analizará la probabilidad de incurrir en resultados desfavorables respecto del apetito, y consecuentemente que la empresa ingrese en zona de tomar decisiones correctivas. Incluso si se supere la tolerancia habrá medidas aún más extremas si se supera la capacidad (en este caso podría llegar a evaluarse medidas para situaciones catastróficas como ser fusión, absorción o venta). Lógicamente el objetivo de la gestión es no llegar a dichas medidas extremas. Es así como el marco de apetito al riesgo funciona como un sistema de alertas tempranas.

En este paso, la dirección de la empresa define uno de los 2 siguientes métodos para el planteo del MAR:

- Enfoque Top Down: desde la cabeza de la organización empieza a definir cuáles son las variables más relevantes, o cuales son los riesgos estratégicos más relevantes, y cómo se los va a cuantificar.
- Enfoque Botton Up: parte desde la base de la operación de una organización, y a través de las diferentes líneas de negocios (productos o servicios) comienza a definir métricas que permitan ir agregando los riesgos a los que se va enfrentando la organización.

En este caso se trabajará con el primero de los métodos descriptos, al plantear los objetivos estratégicos para cada variable a ser simulada.

En realidad, hay una tercera opción como modalidad de trabajo, que consiste en un método híbrido, y combina los anteriores. Es decir, por un lado, la plana superior de la organización define pautas o indicadores generales que se transmiten al resto de la empresa, pero a su vez, estos sectores van generando información para retroalimentar el indicador global. El objetivo de una gestión de riesgo óptima es lograr este nivel de desarrollo en la empresa, que se considera alcanzable una vez que haya madurado el concepto de gestión integral de riesgos.

Es importante aclarar, en materia de sustentabilidad, que por el momento si bien Existen organismos que dan recomendaciones basadas en normas estándares internacionales (normas COSO, ISO, etc.), estas son solo recomendaciones y no de aplicación obligatoria en la generalidad de los casos.

Construcción del esquema de impactos ambientales

La evaluación de impacto ambiental se considera un proceso de análisis que anticipa tanto los impactos negativos como positivos de determinadas actividades, permitiendo seleccionar alternativas, de tal forma de idear mecanismos de control para prevenir / mitigar sus efectos adversos o no deseados y potenciar aquellos que serían beneficiosos. Una de las razones clave para estimar los impactos ambientales es tener la oportunidad de identificar efectos indeseables y que luego será costoso modificarlos (De la Maza, 2007).

Por otro lado, los efectos deben ser evaluados en forma oportuna, no sólo para no causar impactos no deseados (negativos) sino también para al menos mitigar o atenuar aquellos que sean inevitables. Es decir, el estudio de impactos ambientales está conformado por una serie de análisis, estudios y descripciones que le permiten a la organización realizar una estimación de los impactos positivos y negativos que el producto tendrá en su entorno inmediato, de las tareas previstas para mitigar los efectos negativos, recomendación de acciones para optimizar impactos positivos y un plan de monitoreo para evaluar la situación real con el producto en el mercado. Es decir, el estudio debe dar una idea de la magnitud del impacto por medio de análisis que permitan “identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que un producto acarreará sobre su entorno (Coria, 2008). En este artículo se desarrollará el aspecto relativo a la cuantificación de impactos, quedando para un trabajo posterior la elaboración del modelo integrado que contemple las medidas de prevención, mitigación y maximización de valor.

El primer paso consiste en la recopilación de información, que se realiza a través de entrevistas con empresarios del sector del calzado, y con lo cual se procede al planteo metodológico de la matriz cuali-cuantitativa de impacto ambiental. Luego se plantearán las herramientas

cuantitativas para evaluación de dichos impactos, y la ejecución del modelo.

La ventaja del uso de matrices en lugar de diagramas del tipo espina de pescado (Feldman, 2018) en estudios de impacto ambiental radica en que se hace una opción binaria de incidencia (Si/No) y luego se puede realizar un estudio cualitativo/ descriptivo de todas las intersecciones afirmativas.

Los problemas ambientales tienen un fuerte carácter de análisis subjetivo, por lo tanto, en un estudio de impacto ambiental es importante el análisis de cada incidencia, sin considerar su aporte en términos absolutos, los cuales presentan una complejidad extrema a la hora de su homogeneización en una escala numérica (Coria, op cit.)

La matriz que se propone, se refiere a un arreglo de filas y columnas que en su intersección reflejan numéricamente si existe incidencia de la causa sobre el factor, y en tal caso su valoración ponderada de acuerdo con una escala. Esta matriz es el resumen del estudio de impacto ambiental y la base para la toma de decisiones futuras. La particularidad que se plantea en este modelo, radica en que las variables sobre las que se evalúa el impacto son aquellas que explican el flujo de fondos de la empresa. Es decir, el objetivo de esta sección es investigar la relación causal entre variables eco socio ambientales y los determinantes del flujo de caja, con el propósito de enmarcar el riesgo que luego se cuantificará mediante modelos ad hoc.

El modelo a desarrollar se apoya conceptualmente en la Matriz de Leopold (Leopold, 1972), que es un Método cualitativo preliminar y muy apropiados para valorar los diversos factores de un mismo proyecto. Dado que el esquema que se propone contempla variantes respecto de la formulación original de dicha matriz, se hará referencia a ella como Matriz de Leopold Modificada. En este caso, la principal innovación hace referencia a tratar las variables económico-financieras como impactadas por el entorno, en lugar de considerar variables ambientales.

Puntualmente, se procura plantear un modelo que integre la relación de las siguientes variables, en lo que se denomina *matriz de identificación de impactos*, que muestra los cuadros que interaccionan, e indican el posible impacto que podría generar cada factor (listado en el eje horizontal) sobre cada variable (representadas en el eje vertical) (Millán, 2012).

Cuadro 5: Matriz de identificación de impactos

		Factores eco-socio-ambientales				
		Problemas ambientales (conciencia ambiental)	Negociación con proveedores	Reputación de la organización	Regulaciones gubernamentales	Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)
Variables Impactadas	Tasa de incremento de ventas					
	Maquinarias y equipos					
	Capital de trabajo					
	Tasa de financiamiento					
	Sueldos					

Fuente: Elaboración propia

Las variables enunciadas, si bien no son las únicas que serán contempladas en el flujo de fondos, son representativas del comportamiento que éstas adoptan ante los factores ambientales. En dicha matriz, se indican las interacciones tanto para afectaciones beneficiosas como perjudiciales, que tengan relevancia desde el punto de vista ambiental y social.

A partir de esta matriz de identificación de impactos, se elaborará una segunda matriz, denominada Matriz de Importancia, para la calificación y valoración de los impactos, en la que se valoran o califican los atributos de evaluación, en base a un número, que se indica en la casilla de cada celda de la matriz.

El modelo de impactos ambientales, contemplando los factores antes mencionados, y aplicado en particular para la industria del calzado, se elabora con un esquema matricial, contemplando las siguientes consideraciones relativas el entorno eco-socio-ambiental:

- Trasladar todos los tipos de impactos relativos a sustentabilidad en unidades comparables, que los administradores de las empresas y los inversores puedan comprender intuitivamente.
- Pueda ser agregado y comparado a efectos de toma de decisiones, haciendo escalable el modelo a otras organizaciones e industrias.
- Refleje el impacto financiero sobre las cuentas, posibilitando el uso de herramientas analíticas de negocios para medir el impacto.

En la siguiente tabla se indican los rangos calificativos de los ratios de evaluación.

Cuadro 6: Rangos calificativos de los ratios de evaluación de impactos ambientales

Clasificación	Descripción	Rango de Valoración
Naturaleza (NA) Impacto beneficioso (+) Impacto perjudicial (-)	Califica como carácter beneficioso o perjudicial a los distintos factores que van a actuar sobre las distintas variables.	Define el sentido del cambio sobre los flujos de fondos producido, por cada uno de los factores. Puede ser positiva o negativa dependiendo si el impacto del factor, mejora o degrada la variable.
Persistencia (PE) Fugaz Temporal Permanente	Permanencia del efecto Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición, y a partir del cual, la variable afectada retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o mediante la introducción de medidas de corrección.	- Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción tiene un efecto fugaz. - Si dura entre uno y 3 años, se considera que tiene un efecto “temporal”. - Si el efecto tiene una duración de más de 3 años, se considera el efecto permanente. En tal caso la ponderación es más elevada.
Efecto (EF) Indirecto Directo	Relación causa-efecto Se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre una variable, como consecuencia del factor	El efecto puede ser directo o primario, caso en el cual la repercusión es directa, y se le asigna un puntaje superior. En caso de efecto indirecto o secundario, ésta es de segundo orden, y se le asigna puntaje más cercano a 1.
Momento (MO) Largo plazo Mediano plazo Inmediato	Plazo de manifestación Alude al tiempo que transcurre desde la ejecución de la acción y la aparición del efecto, sobre la variable del flujo de fondos considerada.	- Si el tiempo transcurrido es nulo el efecto será inmediato, asignándole puntuación alta. - Si es un período de tiempo que va hasta un año, se considera de mediano plazo. - Si el efecto tarda en manifestarse, el puntaje será cercano a 1.
Periodicidad (PR) Irregular o discontinuo Periódico Continuo	Regularidad de Manifestación Regularidad con que el efecto del factor se manifiesta sobre la variable.	- De forma impredecible en el tiempo se considera irregular, y se le asigna puntaje bajo. - Si el efecto se manifiesta de manera cíclica o

		recurrente, la calificación es intermedia - Constante en el tiempo, se considera continuo, y recibe alta puntuación.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Estos índices representan categorías independientes de carácter referencial, y no del desarrollo de procesos de predicción. La escala utilizada varía de 1 a 5; donde indica uno al impacto leve y 5 el más severo. El valor integral o de significancia del impacto es determinado a partir de la sumatoria de los valores para cada fila y columna.

Respecto de las escalas, sobre la base de la objetividad, e independientemente de lo que pueda marcar una norma o legislación, es la empresa en su ámbito de gestión la que marca la escala o rango de calificación del riesgo. Utilizar rangos del nivel de escala, dependerá de la necesidad de la empresa de perfilar el nivel de riesgo con mayor/menor detalle. Ya sea en escalas de “1 a 3” o “1 a 5”, por ejemplo. Si la calificación la realiza con un rango semántico, tendrá igualmente que tabularlo en una escala numérica para clasificar el riesgo. La aplicación responde a la denominada escala de Likert: a cada punto se le asigna un valor numérico, de modo de obtener una puntuación respecto de la afirmación y al final su puntuación total, sumando los valores obtenidos con relación a todas las afirmaciones (Sampieri Hernández, 2014).

Matriz Causa-Efecto		FACTORES ECO-SOCIO-AMBIENTALES																								Impacto								
		Problemas ambientales (conciencia ambiental)						Negociación con proveedores						Reputación de la organización						Regulaciones gubernamentales						Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)						Prom	Total	
		NA	PE	EF	MO	PR	Imp	NA	PE	EF	MO	PR	Imp	NA	PE	EF	MO	PR	Imp	NA	PE	EF	MO	PR	Imp	NA	PE	EF	MO	PR	Imp			
VARIABLES IMPACTADAS	Tasa de incremento de ventas	1	3	5	2	1	11	1	2	5	5	3	15	1	5	5	4	5	19	1	3	3	3	3	12	1	3	3	3	3	12	13,8	12,2	
	Maquinarias y equipos	1	1	2	1	1	5	1	2	4	5	3	14	1	3	3	3	2	11	1	2	2	3	3	10	1	3	2	3	3	11	10,2		
	Capital de trabajo	1	1	2	2	1	6	1	2	4	5	3	14	1	3	3	3	3	12	1	2	2	3	3	10	1	3	2	3	3	11	10,6		
	Tasa de financiamiento	1	2	4	2	1	9	1	1	2	3	3	9	1	5	5	5	4	19	1	3	4	4	3	14	1	3	2	3	3	11	12,4		
	Sueldos	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	1	5	1	2	2	3	2	9	1	4	5	4	4	17	1	3	4	5	4	16	10,2		
	Promedio (v. absoluto)	7						11,4						14						12,6						12,2								
Total (promedio)	11,44																																	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestran los criterios de evaluación, así como la interpretación de cada uno de los valores posibles. Los colores representan visualmente su nivel de riesgo, acorde lo conocido como mapa de calor.

Cuadro 7: Criterios de evaluación de impactos

Valor ponderado (en valor absoluto)	Calificación	Categoría
<5	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión.
≥5 y <10	MODERADO	La afectación del mismo no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas
≥10 y <15	SEVERO	La afectación exige medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es un período prolongado
≥15	CRITICO	La afectación es superior al umbral aceptable. Se produce un impacto permanente, con dificultad de recuperación.

Fuente: elaboración propia

Algunas consideraciones sobre la elaboración de la matriz de importancia:

- El ejemplo fue aplicado a la actividad comercial del rubro calzado, y en general se considera aplicable a actividades comerciales de indumentaria.
- El signo del impacto (caracterizado como “Naturaleza” en el modelo) en ciertas variables puede resultar incierto, lo que no invalida el análisis ya que el concepto de riesgo contempla el “valor absoluto” del impacto. Con ello se reconoce que la definición de riesgo abarca tanto movimientos superiores (aprovechar oportunidades) como inferiores al valor esperado. Un ejemplo de esta situación puede ser el ítem “negociación con proveedores”, el cual puede resultar en un final positivo o negativo, y consecuentemente el signo de su impacto. El mismo análisis puede efectuarse para el factor “reputación”, que puede ser buena o mala, y en función de ello el signo de su impacto.

Algunas precisiones es oportuno efectuar sobre qué conceptos incluyen alguno de los factores. Por ejemplo, en el caso de “problemas ambientales”, se relaciona a niveles de contaminación, residuos, emisión de gases y sustancias perjudiciales para el medio ambiente (en este caso para la actividad industrial). Si bien la definición del nombre del factor daría a entender que su impacto es negativo sobre la variable, cabe aplicarse su análisis en el sentido amplio en el sentido de poder ser visto también como “beneficio de las buenas prácticas”. Ejemplos de buenas prácticas incluyen (Portal del Comerciante, 2020):

- Buenas prácticas en aprovisionamiento y compras:

- Elección de productos con certificación ambiental
- Etiquetas ecológicas
- Buenas prácticas en la gestión y ahorro de energía
 - Aprovechamiento de luz natural
 - Instalar células y temporizadores de luz
- Buenas prácticas en la gestión y ahorro de agua
 - Detectar con premura posibles fugas
 - Instalación de grifos con temporizador y reducción de presión
- Buenas prácticas en la gestión de residuos
 - Colaborar con los sistemas de recogida selectiva de residuos del municipio
 - Utilizar bolsas reciclables para la entrega de producto
- Buenas prácticas en la limpieza y utilización de productos químicos
 - No verter al sistema de saneamiento público restos de productos de limpieza (siempre que exista un sistema habilitado para ello)
 - Utilizar productos identificados de menor daño al medioambiente
- Buenas prácticas en el almacenamiento
 - Tener alarma contra incendio y disponer de todas las medidas de seguridad oportunas
 - Organizar el depósito para que los productos de mayor rotación de ubiquen en forma más accesible
- Buenas prácticas respecto del ruido
 - Insonorización de locales donde el nivel de ruido sea elevado
 - Instalar equipos de limitación de potencia sonora en caso de ser necesario

Idéntico análisis puede efectuarse respecto del factor “riesgos laborales”, en el sentido que su punto de vista en favor de la generación de valor para la empresa queda reflejado en la variante aplicada al nombre del factor (identificado como “buenas prácticas laborales”).

Aun siendo que el signo del impacto sea incierto de predecir ex-ante, sigue teniendo sentido mantener el mismo dentro del modelo, ya sea para aplicarse en un estudio expost o para aquellas situaciones en que la empresa prevea el signo del impacto.

Protocolo de aplicación de la Matriz de Leopold Modificada

Después que se han marcado las cuadrículas que representen impactos posibles, se procede a una evaluación individual de los más importantes; así cada cuadrícula admite dos valores: Magnitud e importancia (Lluga Guamán, 2019):

- Magnitud, según el número del 1 a 10, en el que 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor eco-socio-ambiental considerado, y 1 la mínima. Se anota en la parte superior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal. Los valores de magnitud van precedidos de un signo positivo (+) o negativo (-), según se trate de efectos positivos o negativos.
- Importancia (ponderación), que da el peso relativo que el factor eco-socio-ambiental considerado tiene dentro del proyecto, es decir su grado de incidencia. Se anota en la parte inferior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal, y también es calificado de 1 a 10.

Queda evidente, que el criterio del evaluador es fundamental en esta etapa. Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración, pero si el equipo evaluador es multidisciplinario, la manera de operar será bastante objetiva y servirá como estudio preliminar (Dellavedova, 2016).

Posteriormente, para determinar el valor de cada celda se debe multiplicar las dos calificaciones. Ejemplo: si la Magnitud es -4 y la importancia es 6, el resultado se vería de la siguiente forma:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline & -4 \\ \hline 6 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline -24 \\ \hline \end{array}$$

La suma de los valores que arrojen las filas indicará las incidencias del conjunto sobre cada variable, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará una valoración relativa del efecto que cada factor producirá al flujo de fondos del proyecto.

La siguiente imagen ilustra la aplicación de la matriz de Leopold a la actividad de comercialización de calzado:

Cuadro 8: Matriz de Leopold (Modificada)

		FACTORES SOCIO-AMBIENTALES				
		Problemas ambientales (conciencia ambiental)	Negociación con proveedores	Reputación de la organización	Regulaciones gubernamentales	Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)
VARIABLES IMPACTADAS	Tasa incremento de ventas	4	7	8	-5	7
	Maquinarias y equipos	5	5	7	-4	5
	Capital de trabajo	5	5	5	-5	5
	Tasa de financiamiento	5	8	8	-6	4
	Sueldos	5	4	5	-7	8

Fuente: elaboración propia

El ejemplo desarrollado, ilustra una situación en que las regulaciones gubernamentales se presentan en un período de tiempo en que afectan negativamente la actividad, lo que podría ser consecuencia, por ejemplo, de:

- Una situación de crisis económica que motiva sucesivos cambios en las políticas
- Una situación de crisis sanitaria (pandemia, etc)
- Una situación de crisis internacional, que obliga a una política local restrictiva.

La siguiente imagen muestra el resultado de la matriz:

Cuadro 9: Matriz de Leopold modificada (resultado)

		FACTORES SOCIO-AMBIENTALES					Agregación de impactos
		Problemas ambientales (conciencia ambiental)	Negociación con proveedores	Reputación de la organización	Regulaciones gubernamentales	Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)	
VARIABLES IMPACTADAS	Tasa incremento de ventas	20	56	80	-35	49	170
	Maquinarias y equipos	25	25	42	-16	25	101
	Capital de trabajo	25	25	40	-35	25	80
	Tasa de financiamiento	25	48	48	-42	16	95
	Sueldos	30	32	40	-56	64	110
	Agregación de impactos	125	186	250	-184	179	556

Fuente: elaboración propia

El cuadrante inferior izquierdo, que asume el valor de 556, indica la suma total tanto de las filas como de las columnas, es decir, es un cuadrante de control.

Análisis estadístico de la matriz

El propósito es detectar desviaciones respecto del valor esperado, tanto en filas como columnas.

- Análisis estadístico de las columnas: Media = 111,2 y desviación estándar 152,83
- Análisis estadístico de las filas: Media = 111,2 y desviación estándar 30,98

En consecuencia, asumiendo un rango de la media igual a una desviación estándar como criterio de prudencia, se concluye que dichos rangos son:

- Para las columnas = entre 150,61 y 239,79
- Para las filas = entre -41,63 y 264,03

Se aprecia entonces que, en el caso de las columnas, la reputación de la organización es un factor que destaca su relevancia ya que, si bien no supera el umbral (es decir, no se ubica más allá de una desviación estándar respecto de la media), se ubica cerca de su extremo superior. Y por el lado del importe mínimo, en este caso la regulación gubernamental supera el umbral de riesgo, por lo que debería la empresa desarrollar medidas que permitan mitigar los efectos negativos sobre las variables que determinan el flujo de fondos. De este modo, queda evidente el margen de acción de la empresa sobre este factor para potenciar su valor.

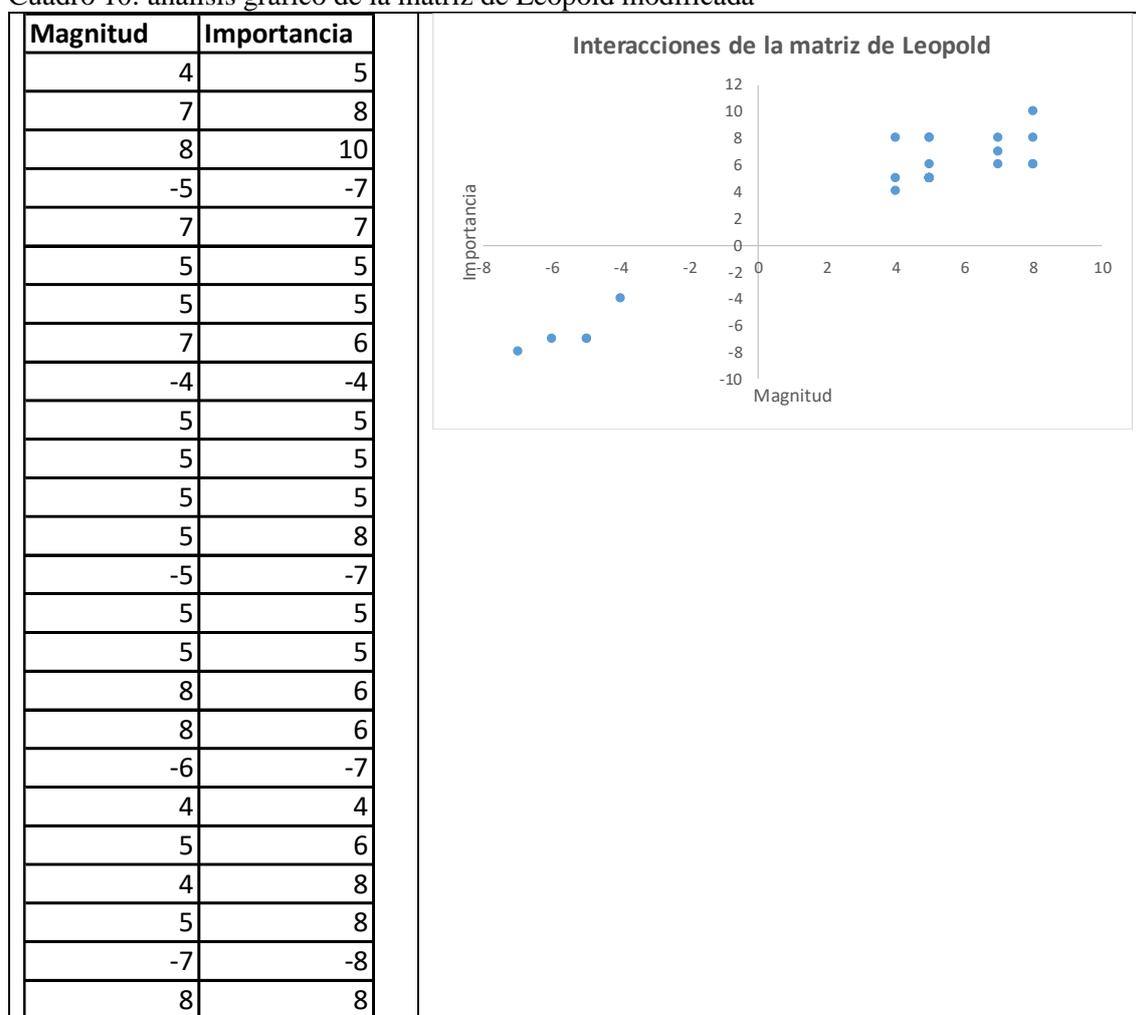
En el caso de las filas, y como es de esperarse, la tasa de crecimiento de las ventas es la que resalta su impacto aun por encima del umbral, lo que da una pauta de su significancia. Por el contrario, el capital de trabajo reporta un valor bajo (ubicado justo sobre el límite), y consecuentemente brindan oportunidades para los empresarios de potenciar los flujos de fondos en la medida que se implementen acciones ad hoc.

Por supuesto que el hecho de haber mencionado aquellos factores cuya incidencia se encuentra fuera del rango de prudencia, no implica que la firma no defina acciones para prevenir y mitigar (o potenciar) los impactos de los demás factores sobre las variables que conforman el flujo de fondos.

Otra forma de evaluación de los resultados del análisis de impactos efectuado a través de la matriz de Leopold es mediante las evaluaciones gráficas (Duek et. al, 1979) . En el eje de las abscisas se colocan los valores correspondientes a la magnitud de los efectos, y la ordenada los valores de importancia. En el caso de los importes con signo negativo, se le asigna el mismo signo que la magnitud para obtener una nube de puntos en el primer y tercer cuadrante. El propósito es poder visualizar mejor los efectos que los factores causarían en las variables.

Efectuado el cambio de signos que se describió, el siguiente esquema ilustra los pares ordenados en un sistema de coordenadas, donde la abscisa representa la magnitud y la ordenada la importancia de cada interacción.

Cuadro 10: análisis gráfico de la matriz de Leopold modificada



Fuente: elaboración propia

El análisis gráfico permite visualizar que los puntos ubicados en el cuadrante I son más significativos que los ubicados en el cuadrante III, por lo que los efectos positivos que ocasionan los factores sobre el proyecto son mucho más substanciales que los negativos, tanto en magnitud como en importancia.

Aun así, también queda evidente que, si bien los efectos negativos son reducidos en cantidad, éstos representan una magnitud e importancia que la empresa debe prestar atención.

Técnicas de predicción

Una vez analizada la viabilidad del proyecto desde un punto de vista cualitativo, así como diagnosticados los factores socio-ambientales de interés, y su concordancia con la estrategia empresarial, corresponde plantear el modelo cuantitativo de evaluación. El propósito es determinar si el riesgo del proyecto o del negocio es congruente con el apetito al riesgo de la dirección, contemplando la sumatoria de los riesgos involucrados.

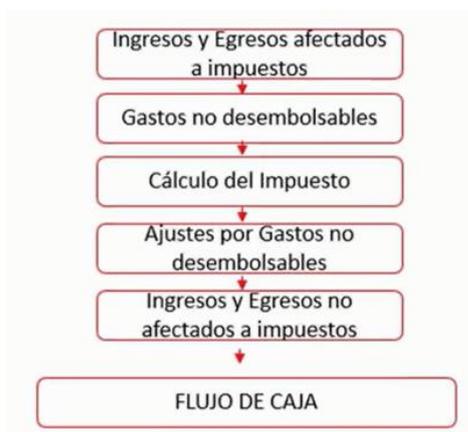
La estimación de datos futuros puede efectuarse con herramientas cuantitativas o cualitativas. En presencia de información histórica, las series de tiempo permiten extrapolar datos del pasado para predecir contextos futuros. En ausencia de información histórica, la predicción se apoya en la experiencia y juicios de valor, conocido como Delphi, muy utilizada cuando no existen registros del fenómeno o la variable aleatoria a pronosticar, o cuando la proyección es de muy largo plazo. A su vez, esta información de expertos puede ser incorporada en la herramienta de simulación de riesgos para la proyección de variables, o incluir incertidumbre en las variables, y así valorar el proyecto de inversión.

Cuando se trata de un proyecto nuevo, del cual no se cuenta con antecedentes ni información histórica, pueden efectuarse encuestas, o pruebas piloto, o recopilar información de otros proyectos que sean homogéneos, a fin de construir el flujo de caja.

A efectos de incorporar incertidumbre a las variables, la base es el primer momento de su distribución: en este caso representado por la media aritmética. A partir de allí, el análisis tradicional radica en plantear escenarios más probable, optimista y pesimista, parametrizado a través de una distribución triangular, o pert, para simular la variable aleatoria.

Cuando no se cuenta con información histórica, sino que la misma proviene de métodos Delphi, se está en presencia de una distribución discreta, en la cual se cuenta con los eventos de la variable aleatoria junto a su probabilidad de ocurrencia por lo que se asigna una distribución discreta.

Como primera medida para la elaboración de los flujos de fondos, corresponde pensar en cuál es el horizonte del proyecto para su evaluación. El esquema para el cálculo de flujos de fondos es el siguiente:



Los modelos estáticos pueden ser mejorados mediante la incorporación de la incertidumbre a través de información histórica de frecuencias para los eventos que pueden impactar a un proyecto. Incluso, si se desconoce la historia, se podría apoyar en la teoría y en el juicio de expertos.

El riesgo puede definirse como una función de probabilidad e impacto:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Probabilidad}, \text{Impacto})$$

Probabilidad, porque si bien se desconoce lo que va a suceder, es posible asignar distribuciones de probabilidad de ocurrencia a cada uno de los eventos de riesgo (por ejemplo, Binomiales, Bernoulli, Poisson), e impacto para la cual se emplean distribuciones para la variable aleatoria continua (por ejemplo, normal, lognormal, u otras) a efectos de estimar su consecuencia monetaria.

La motivación que lleva a la cuantificación de riesgos es la posibilidad de administrarlo (por ejemplo, diversificar, transferir, eliminar). Es decir, el paso fundamental es el que continúa a la cuantificación en sí, y es la toma de decisiones y la generación de valor para el accionista. Son diversas las herramientas de administración de riesgos, y básicamente pueden ser agrupadas en técnicas de prevención y de mitigación. Comprende todas las decisiones tácticas conducentes por ejemplo a reducir exposiciones, reducir duraciones, o aumentar liquidez, de modo de guiar la gestión hacia el marco de apetito al riesgo definido estratégicamente. El propósito acompañar el involucramiento de las partes y autoridad para entregar reportes diarios y de monitoreo para valorar desempeños individuales y agregados de las inversiones.

En virtud de lo expresado, una manera de definir el concepto de riesgo es como la exposición a la incertidumbre. Otra manera es como la diferencia entre lo *esperado* y lo *observado*. En este caso, siendo que la desviación también puede ser positiva, es corresponde mencionar que puede también representar una *oportunidad* para la organización.

Ejercicio de aplicación

El primer paso en la modelización del entorno eco-sustentable consiste en la diagramación del modelo. Se presenta a continuación el esquema de cálculo de flujos de fondos de la empresa.

	A	B	C
4	Parámetros	Nombres	Importes
5	Ventas Efectivo 1er Año	VentasAño1	2.000
6	Tasa de incremento de ventas	TasalncVentas	10%
7	Terreno	Terreno	500
8	Obras Civiles	Obras	1.000
9	Maquinaria y Equipos	Equipos	700
10	Capital de Trabajo	CapitalTrab	800
11	% de Cuentas por Cobrar	PorcCxC	10%
12	% Capital de Trabajo	PorcCapTrab	8%
13	Sueldos	Planilla	810
14	% Costo Materia Prima	PMP	30%
15	Otros Costos variables por Año	OCV	20
16	Tasa de Financiamiento	TasaFinanc	15%
17	Depreciación Obras Civiles	DeprecObras	15%
18	Depreciación Equipos Diversos	DeprecEquip	10%
19	Impuesto a las Gcias	ImpRenta	30%
20	% de Inversión en Deuda	PorcInvDeuda	80%
21	Tasa de Descuento	TasaDesc	14%

A partir de los datos, se esquematiza los flujos de fondos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
23	Flujo De caja (Miles de Pesos)							
24	Año	0	1	2	3	4	5	Liquidación (6)
25	1. Ingresos		2.000	2.400	2.640	2.904	3.194	293
26	1.1. Ventas en efectivo		2.000	2.200	2.420	2.662	2.928	
27	1.2. Ventas a Crédito			200	220	242	266	293
28	2. Costos de Inversión	-3.000	-32	-19	-21	-23	-	1.996
29	2.1. Terreno	-500						500
30	2.2. Obras Civiles	-1.000						250
31	2.3. Maquinaria y Equipos	-700						350
32	2.4. Capital de Trabajo	-800	-32	-19	-21	-23		896
33	3. Costos de Operación		-1.430	-1.570	-1.662	-1.761	-1.868	-
34	3.1. Costos Variables		-620	-760	-852	-951	-1.058	
35	3.2. Sueldos		-810	-810	-810	-810	-810	
36	4. Impuestos		-165	-189	-234	-284	-340	
37	5. Flujo de Caja operativo	-3.000	373	622	723	835	986	2.288
38	6. Financiamiento Neto	2.400,00	-852,00	-789,00	-726,00	-663,00	-	
39	6.1. Principal	2.400,00						
40	6.2. Amortización		-600,00	-600,00	-600,00	-600,00		
41	6.3. Intereses		-360,00	-270	-180	-90	-	
42	6.4. Ahorro fiscal		108	81	54	27	0	
43	7. Flujo de Caja del proyecto	-600	-479	-167	-3	172	986	2.288

En consecuencia, los principales indicadores de evaluación de proyectos arrojan los siguientes resultados:

	A	B	C	D
45	VAN	505,97	=VNA(TasaDesc;C43:H43)+B43	
46	TIR	23%	=VNA(TasaDesc;C43:H43)+B43	

Siendo el Estado de Resultados el siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G
48	Estado de Resultados						
49		0	1	2	3	4	5
50	6. Ventas		2.200	2.420	2.662	2.928	3.221
51	7. Costos		-2010	-2060	-2062	-2071	-2088
52	7.1. Costos Variables		-620	-760	-852	-951	-1.058
53	7.2. Sueldos		-810	-810	-810	-810	-810
54	7.3. Depreciación Obras Civiles		-150	-150	-150	-150	-150
55	7.4. Depreciación Maquinaria y Equipos		-70	-70	-70	-70	-70
56	7.5. Intereses		-360	-270	-180	-90	-
57	8. Utilidad Bruta		190	360	600	857	1.133
58	9. Impuestos		-57	-108	-180	-257	-340
59	10. Utilidad Neta de Operación		133	252	420	600	793

El análisis precedente plantea un entorno determinístico, en el sentido que los valores son estáticos y no se contempla desviaciones. Dado que el contexto de la actividad empresarial dista de un entorno en que se verifiquen tales características, se propone a continuación un modelo que incorpora variabilidad y probabilidades.

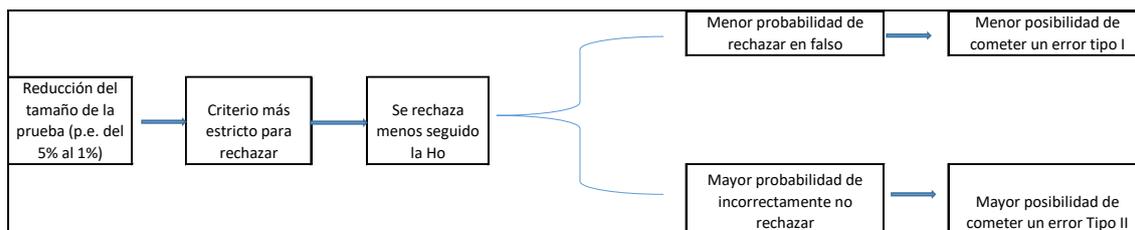
1) Configuración de un perfil de simulación

Dado que un modelo de simulación se basa en teoría de probabilidades, es oportuno resumir algunas consideraciones relativas a pruebas de hipótesis (también denominadas pruebas de significación o reglas de decisión). Justamente la utilidad de estas pruebas proviene del hecho de constituir uno de los instrumentos más apropiados para tomar decisiones en condiciones de incertidumbre. Cuando se toman decisiones apoyadas en la estadística, lo que se pretende es darle objetividad a alguna propuesta que se quiere validar. El esquema siguiente resume el razonamiento relativo a pruebas de hipótesis:

	H₀ es verdadera	H₀ es falsa
No rechazar H ₀	Decisión correcta	Error tipo II
Rechazar H ₀	Error tipo I	Decisión correcta

Cuando se tiene un planteo o una hipótesis, puede decirse sobre la misma que es verdadera o que es falsa. En función de los elementos de juicio que disponga, será rechazada o no rechazada. Esta hipótesis se conoce como la hipótesis nula, y la hipótesis alternativa es aquella a la que se recurre si la hipótesis nula es rechazada. Hay 2 alternativas en que se pueden cometer errores: 1) que la hipótesis siendo verdadera, se la rechace, 2) que la hipótesis siendo falsa no se rechace.

Lo que se pretende en el modelo estadístico es minimizar los errores (tanto el error tipo I como el error tipo II). Tal como ocurre en muchos problemas económicos, existe un trade-off, es decir si realizo una acción estaré sacrificando algo (manteniendo constante el tamaño de la muestra). En este caso, si se minimiza la probabilidad de cometer alguno de los 2 errores, se estará maximizando la probabilidad de cometer el otro, es decir, están relacionados, tal como lo ilustra el siguiente cuadro. En general, lo que se prioriza es el error de tipo I, es decir lo que más preocupa, es rechazar una hipótesis cuando es verdadera.



En el contexto de prueba de hipótesis, se utiliza la siguiente nomenclatura:

α Alfa: es el nivel de significancia, probabilidad de cometer un error tipo I

β Beta: Probabilidad de cometer un error tipo II.

$(1 - \alpha)$: Nivel de confianza

$(1 - \beta)$: Potencia de prueba

Potencia de prueba: probabilidad de no cometer un error de tipo II

En general lo que define el analista en la configuración del perfil de simulación es α y $(1 - \alpha)$, o sea nivel de significancia y nivel de confianza.

Cuando se trabaja entonces con un nivel de confianza del 95%, implícitamente lo que se está diciendo es que el nivel de significancia es el 5%, y en consecuencia la probabilidad que está dando a cometer un error de tipo I (rechazar la hipótesis cuando ésta es verdadera), es de un 5%. Lo habitual es trabajar con niveles de significancia entre 1% y 10%, siendo 5% el valor medio más utilizado.

En este ejemplo, se definirá el perfil con 10.000 iteraciones, y si el porcentaje de precisión del error al 95% de confianza que arroje el resultado de la simulación es superior al aceptable (10%), se deberá incrementar el número de iteraciones.

El valor semilla se configura en 12345. Este tiene por objetivo trabajar con números pseudoaleatorios, con el propósito de poder replicar el caso en sucesivos ensayos, ya sea con fines didácticos o de auditoría. La única manera de reducir la probabilidad de cometer errores tanto de tipo I como de tipo II de manera simultánea, es incrementando el tamaño muestral.

2) Determinación de variables de interés

Se aplica el esquema de gráficos tornado/araña con el propósito de explicitar aquellos factores que tienen mayor incidencia en la variable de interés, que en este caso será el VAN. Esta herramienta captura los impactos estadísticos de cada variable, es decir, oscila de manera automática cada variable precedente, determina las fluctuaciones sobre el resultado final del pronóstico, y organiza las perturbaciones categorizadas en orden de importancia. Precedentes son todas las entradas y las variables intermedias que afectan el modelo resultante.

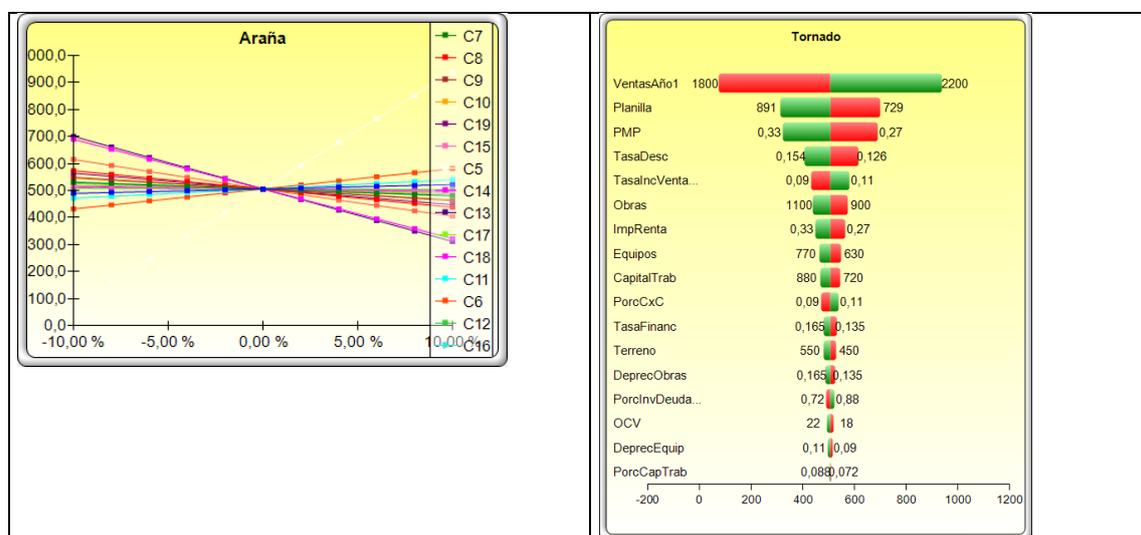
La Tabla Tornado organiza todas las entradas que le dan forma al modelo, empezando con la variable de entrada que tiene el impacto más grande sobre los resultados. La tabla

se obtiene afectando cada dato ingresado precedente en un rango consistente (en este caso $\pm 10\%$ del caso base) una a la vez, y comparando sus resultados con el caso base.

A su vez, en la Tabla Araña, la pendiente positiva indica una relación positiva, mientras que una pendiente negativa indica una relación negativa entre las variables relacionadas.

Ambas tablas ayudan a identificar los factores críticos de éxito del resultado de una celda (también denominado “drivers”) para poder identificar las entradas y simularlas. A continuación, su aplicación.

Celda Precedente	Valor Base: 505,967812685203			Cambio de Ingreso		
	Resultado Inferior	Resultado Superior	Rango de Efectividad	Ingreso Inferior	Ingreso Superior	Valor Caso Base
C5: VentasAño1	73,06074454	938,8748808	865,81	1.800	2.200	2.000
C13: Planilla	700,6235036	311,3121218	389,31	729	891	810
C14: PMP	689,9594224	321,976203	367,98	27%	33%	30%
C21: TasaDesc	615,4977012	405,4280825	210,07	13%	15%	14%
C6: TasaIncVentas	431,999109	581,2740045	149,27	9%	11%	10%
C8: Obras	573,6978462	438,2377792	135,46	900	1.100	1.000
C19: ImpRenta	564,2985998	447,6370256	116,66	27%	33%	30%
C9: Equipos	549,0108065	462,9248188	86,09	630	770	700
C10: CapitalTrab	545,1757381	466,7598873	78,42	720	880	800
C11: PorcCxX	471,8196897	540,1159357	68,30	9%	11%	10%
C16: TasaFinanc	532,7454958	479,1901295	53,56	14%	17%	15%
C7: Terreno	530,4727661	481,4628593	49,01	450	550	500
C17: DeprecObras	524,6879394	487,247686	37,44	14%	17%	15%
C20: PorcInvDeuda	489,6734973	522,2621281	32,59	72%	88%	80%
C15: OCV	519,1365025	492,7991229	26,34	18	22	20
C18: DeprecEquip	514,7038718	497,2317536	17,47	9%	11%	10%
C12: PorcCapTrab	508,700048	503,2355773	5,46	7%	9%	8%



El “valor caso base” corresponde a los valores que toma el escenario estático para el VAN (para las 17 variables). Es decir, tomando esos valores cada variable, el resultado del VAN es el indicado \$505.960.

Se observa que “ventas del 1er año” es la variable más relevante, seguido de planilla (sueldos), y seguido de “porcentaje de costo de materias primas” (PMP).

Las ventas tienen una relación directa: si las ventas del 1er año aumentan, el VAN aumenta, lo que se visualiza en el hecho de cambiar de rojo a verde su trazado. Lo contrario ocurre con el costo de sueldos, materia prima y tasa de descuento.

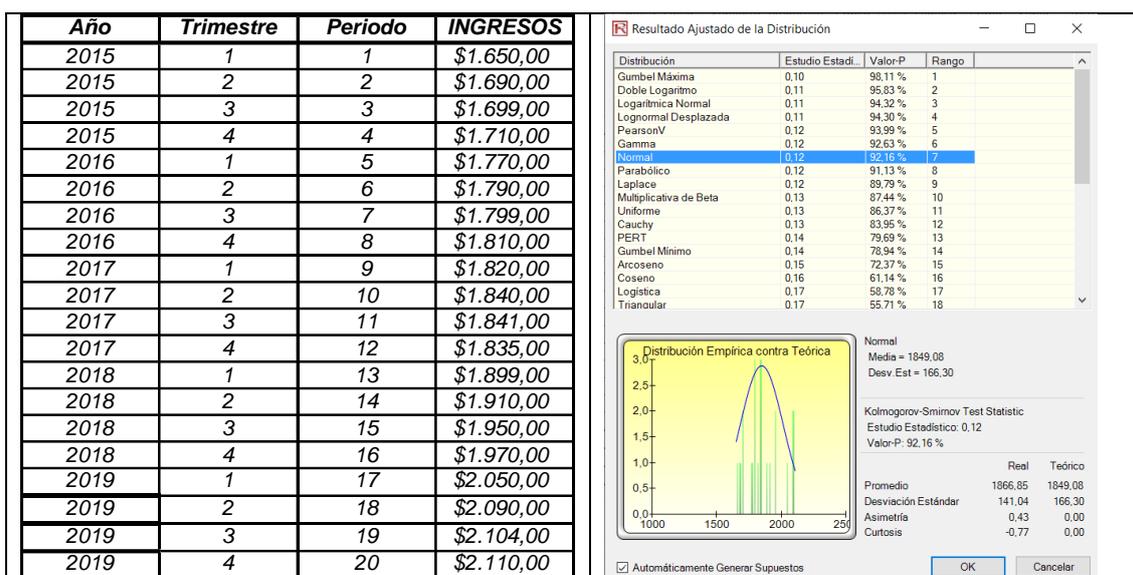
3) Incorporación de incertidumbre

Una vez que identificadas las variables más relevantes se procede a incorporar incertidumbre a través de simulación Montecarlo, acorde las siguientes pautas:

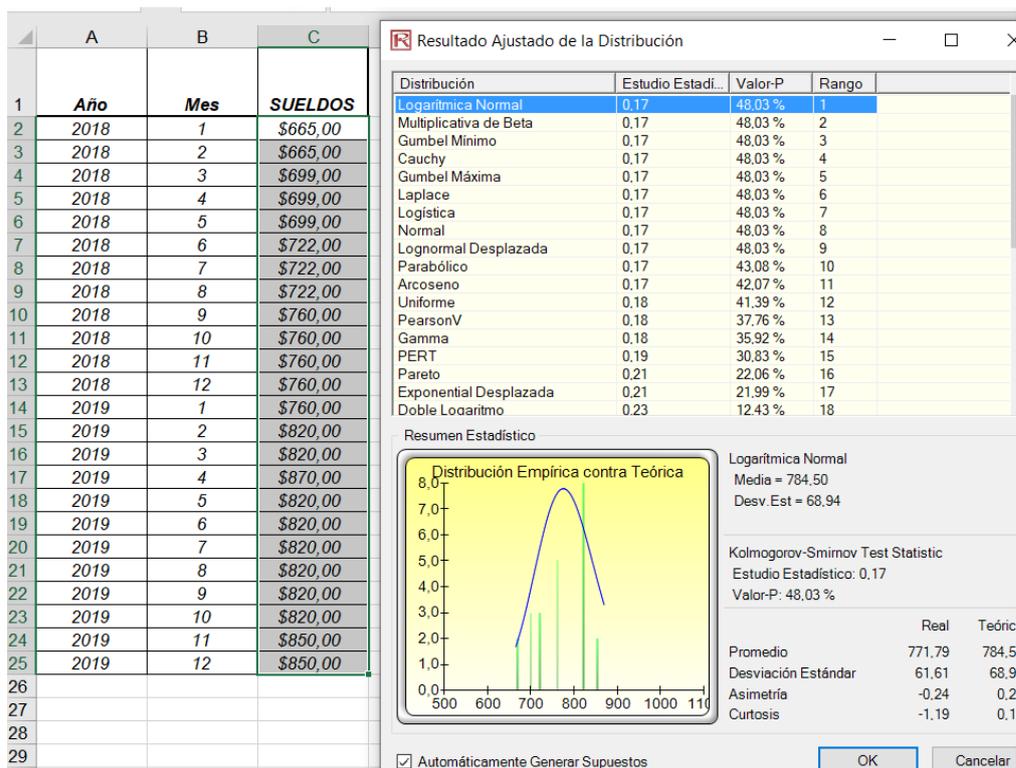
a) Variable: Ventas primer año. La empresa cuenta con información histórica de ventas (expresado en valores constantes), por lo que se practicará un ajuste de distribución simple, para determinar qué distribución de probabilidad es la más apropiada para ajustar los datos. En el gráfico siguiente se consigna el histórico de ventas (expresado a valores constantes), y las distribuciones de probabilidad que sugiere el software. Se utilizó el test Kolmogorov-Smirnov tratándose de una variable continua. Siendo el criterio de aceptación optar por distribuciones con valor P superior al 5%, se elige en este caso distribución Normal.

La hipótesis nula es que la distribución empírica es igual a la distribución teórica (y por lo tanto la hipótesis alternativa es la negación). Ello implica que podría utilizar cualquiera de las distribuciones teóricas para poder replicar el comportamiento empírico de los datos históricos. El valor P hace referencia por lo tanto al mínimo nivel de significancia en el cual se puede rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, todo lo que se encuentre por encima de un nivel de significancia del 5%, no será rechazado, y en consecuencia puede ser utilizada para simular el comportamiento del activo (o flujo de fondos). Dicho de otro modo: la hipótesis nula que se está probando es que la distribución ajustada tiene la misma distribución que la población de la cual provienen los datos de prueba a ser ajustados.

Dado que la variable corresponde a ingresos, y como tal solo puede tomar valores positivos, se truncan la distribución a partir de cero.



b) Variable: Planilla. La empresa cuenta con información histórica de haberes por lo que se practica ajuste de distribución. A continuación, se exponen los datos y resultados:

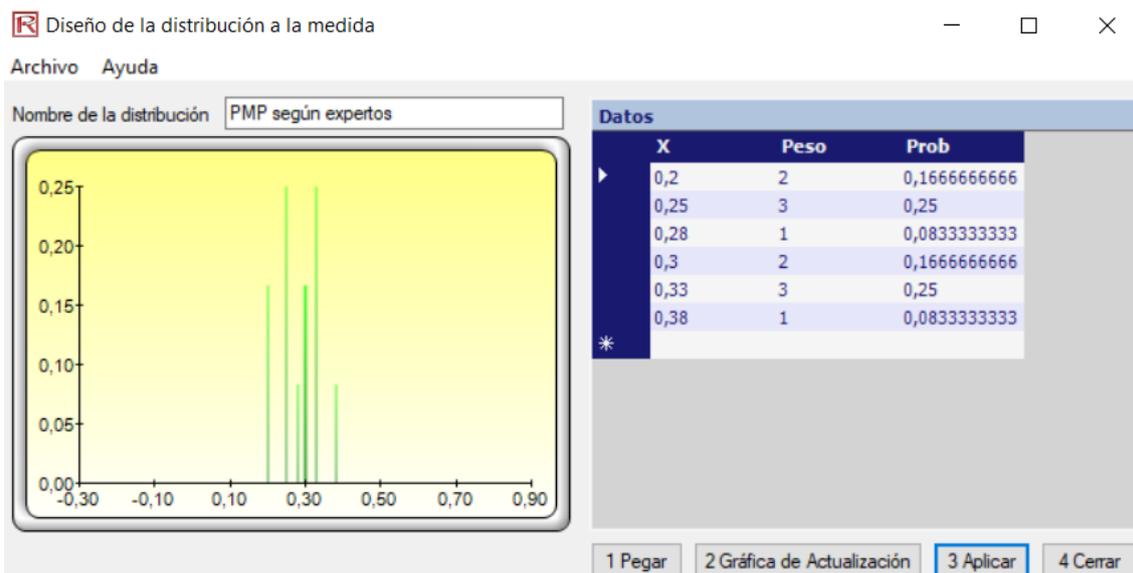


Al igual que en el caso anterior, siendo la regla elegir aquellas distribuciones cuyo valor P supere el 5%, se opta por la distribución logarítmica normal. No será preciso por lo tanto trazarla, dado que esta distribución solo asume valores positivos.

c) Variable Costo de materia prima (PMP): se consultó a un total de 12 expertos sobre el probable nivel de PMP, obteniéndose la siguiente tabla de valores probables y cantidad de opiniones recabadas en cada caso:

PMP	cant. De expertos
0,2	2
0,25	3
0,28	1
0,3	2
0,33	3
0,38	1
	12

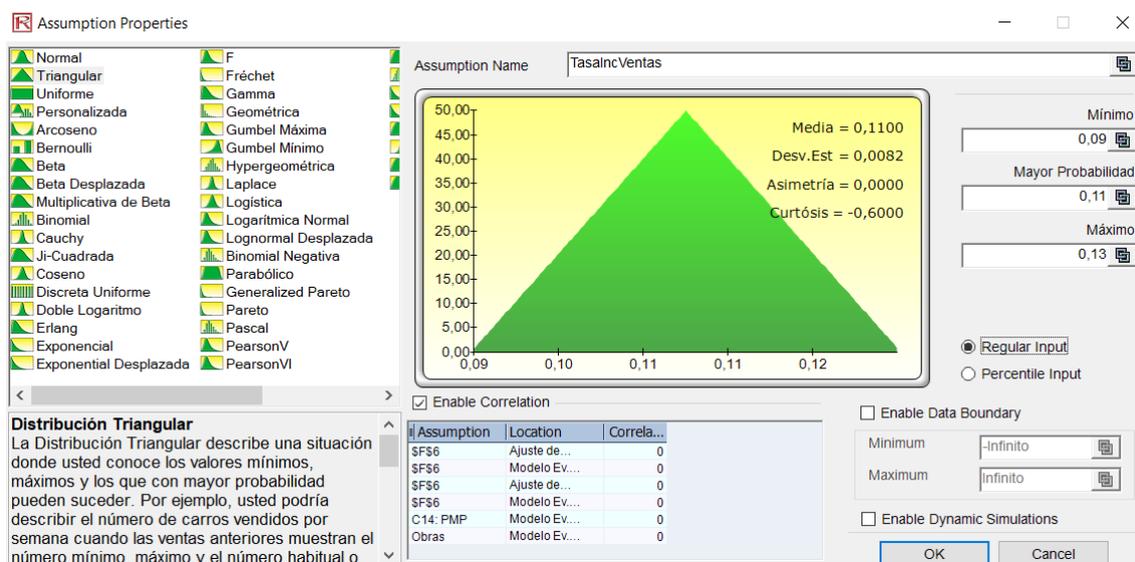
Esta “distribución personalizada” se incorpora el modelo para ajustar la variable, de la siguiente manera:



La simulación personalizada no paramétrica es una distribución práctica basada en información disponible (u obtenible con encuesta o proceso similar). Esto significa que se ha utilizada información fidedigna para definir la distribución personalizada, la cual no requiere de ningún parámetro de entrada (no paramétrica). Significa que le permitimos a la información que defina la distribución y no ajusta deliberadamente a una distribución. La información es probada repetidamente con reemplazos utilizando el Teorema Central del Límite.

d) Variable: tasa de descuento. Siendo un elemento cuya formulación está condicionada por variables propias de las finanzas corporativas, no se incorporará aleatoriedad en este componente, sino que se planteará oportunamente su esquema de cálculo en base a consideraciones específicas de la organización y las condiciones del mercado.

e) Variable: tasa de incremento de ventas. Constituye una variable que típicamente se modela en base a escenarios y probabilidades de ocurrencia, constituyendo el caso de la distribución triangular. Esta variable está directamente relacionada al planeamiento estratégico de los propietarios, y es la que guía el modelo en cuanto al perfil de riesgo que se asumirá para alcanzar este objetivo. Si bien el valor inicialmente propuesto en el escenario estático fue 10%, se considerará 11% el valor más probable, mientras que los valores mínimos y máximos se consignan 9% y 13% respectivamente. Estos escenarios son acordes a las perspectivas de crecimiento de la organización, y basados en parámetros a tener en cuenta, como ser el crecimiento poblacional, crecimiento histórico, crecimiento del sector, u otra variable que el comité de dirección estime razonable para la empresa.

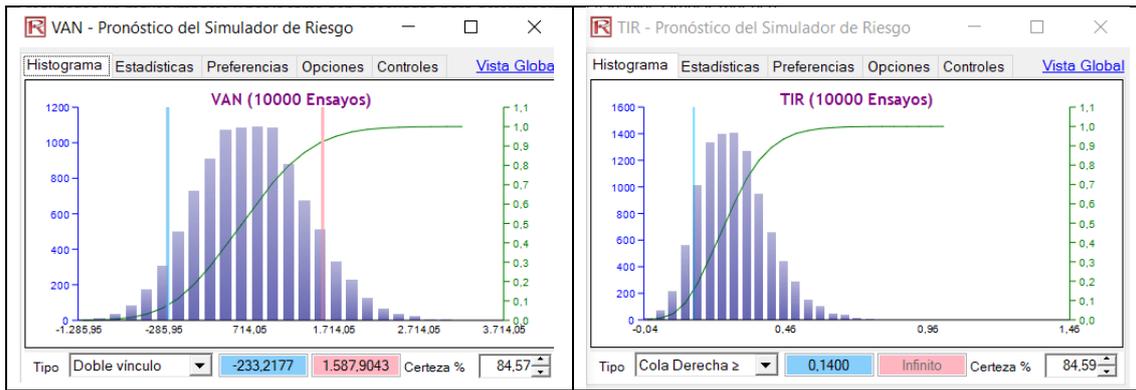


f) Variable: Obras. Siendo un ítem que corresponde a inversiones en infraestructura por parte de la empresa, una manera razonable de generalizar su posible comportamiento aleatorio futuro es prever una variabilidad ajustada a una distribución normal. A tal efecto, los parámetros de configuración se aplican un valor esperado de \$1.000 y desviación estándar \$200. Siendo que la distribución normal es asintótica, se acotará la distribución a valores positivos.

4) Simulación Montecarlo

Para correr la simulación, se definen las variables que serán el “pronóstico de salida”, en este caso VAN y TIR. Al definirse 2 variables de salida, se obtendrá 2 ventanas de pronóstico. En este caso, el modelo no contempla configurar previamente correlaciones entre las variables, dado que los únicos datos históricos disponibles corresponden a ventas y sueldos, y la variable que interviene en el modelo es “ventas del primer año” que crece en función de la tasa de crecimiento prevista en el modelo.

Una vez obtenido el resultado de la simulación, un filtro de suma utilidad es estimar la probabilidad que el VAN sea positivo: 84,57% según puede apreciarse en el histograma de frecuencias que se transcribe a continuación. La probabilidad que el VAN sea positivo, debe ser igual al resultado que se obtiene al solicitar la probabilidad que la TIR sea mayor que la tasa de costo de capital (14%). A su vez, puede obtenerse también el máximo VAN negativo, que representaría la máxima pérdida que la administración tendrá que estar dispuesta a asumir en el negocio (se efectúa más adelante).



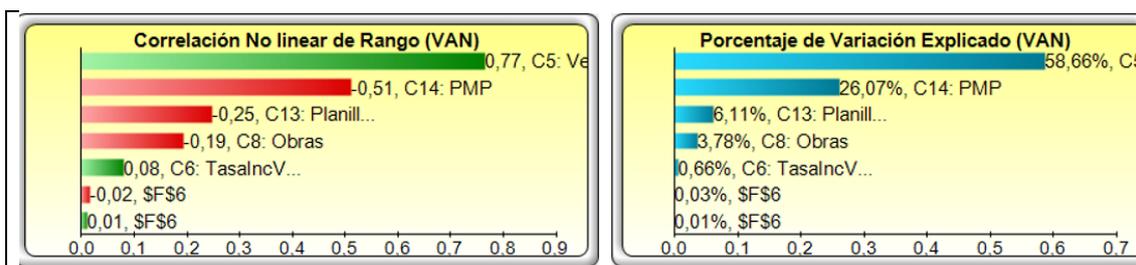
Las estadísticas de la simulación se resumen en la tabla:

Estadísticas	Resultado
Número de Pruebas	10000
Media	658,6244
Mediana	644,0028
Desviación Estándar	639,7697
Variación	409.305,2149
Coefficiente de Variación	0,9714
Máximo	3.226,4961
Mínimo	-1.406,4016
Rango	4.632,8976
Asimetría	0,1642
Curtosis	-0,0142
25% Percentil	211,1139
75% Percentil	1.078,2674
Precisión de Error al 95% de Confian...	1,9039%

En estos datos podemos observar que el valor esperado es \$658.624 y no \$505.970 como se calculó en el escenario estático. Por otro lado, el coeficiente de variación (desviación estándar / media), que es un indicador de riesgo relativo, expresa que en promedio los flujos se desvían respecto del valor esperado del VAN en un 97,14%.

5) Análisis de sensibilidad dinámico

Las tablas de Sensibilidad son perturbaciones dinámicas creadas después de una simulación. En este caso, múltiples supuestos son impactadas simultáneamente y sus interacciones son capturadas en las fluctuaciones de los resultados (en contraste, las tablas Tornado previamente expuestas son perturbaciones estáticas, lo que significa que cada precedente o supuesto variable es perturbado en un monto prefijado y las fluctuaciones en el resultado se tabulan).



Se observa que nuevamente la variable que mayor incidencia manifiesta es ventas, que explica el 58,66% de las variaciones en el VAN (considerando su interacción con las demás variables en la simulación). En segundo lugar, y a diferencia de lo que ocurría en el escenario estático), aparece la variable PMP (precio de materia prima), por su puesto con una relación inversa. Luego Planilla (sueldos), que previamente figuraba como en segundo orden jerárquico de influencia sobre el VAN. También las variables “Obras” y “tasa de incremento sobre ventas” invierten el orden de impacto respecto del escenario estático. Los colores verde y rojo en el gráfico indican la relación directa o inversa respecto de su impacto sobre el VAN. Es así, que la iteración de las variables en el escenario dinámico ha alterado su impacto en la variable de interés. En este modelo, hay una relación muy fuerte entre las ventas y el VAN, lo cual resulta lógico en una empresa fabril y comercial.

El gráfico de la izquierda indica la correlación no lineal de rango, y el de la derecha indica en cuanto contribuye la variación del VAN, si se evalúa (por ejemplo) las ventas del primer año (58,66%). Es decir que el VAN es explicado en un 58,66% por las variaciones de las ventas del 1er año.

6) Modelación de factores cualitativos

El modelo planteado contempla una forma estadísticamente robusta de incorporar variabilidad en los escenarios futuros. Se propone a continuación un esquema para cuantificar el impacto de variables cualitativas, mediante la ponderación de su probabilidad e impacto. El propósito de acompañar un análisis cualitativo es identificar las externalidades positivas y negativas que podrían afectar el proyecto.

La forma en que se planteará el análisis de riesgo, es asignando distribuciones de probabilidad, y tratándose del caso de un evento que se materializa del modo SI o NO: sería una distribución Bernoulli. Se trata de una distribución diversificada con dos resultados posibles. La probabilidad de éxito (p) es el único parámetro de la distribución:

	A	B	C	D	E	F	G
62		Variable					
		Probabilidad	Afectada	Impacto	Ocorre	Riesgo	
63	Problemas Ambientales	85%	Tasa crec Ventas	3%	0	0%	=+D63*E63
64	Problemas con Organismos publicos	75%	Obras	500	0	0	=+D64*E64

El criterio para determinar las probabilidades de ocurrencia de cada uno de estos “eventos cualitativos de riesgo” podría ser el resultado de uno de los siguientes:

- Clásico: conocer la forma de la distribución (no se emplea habitualmente en proyectos)
- Empírico: A través de ocurrencia en el pasado (ejemplo, de 10 eventos en el pasado, en 5 de ellos hubo incendios, lo que implica una probabilidad de 50%).
- Subjetivo: a través de expertos: método Delphi o doble ciego (Doble ciego son encuestas personalizadas, en lugar de ser grupales, para que cada respuesta no influya en los restantes encuestados).

El encabezado del modelo se configuró de modo de hacer referencia a estas celdas que contienen el evento de riesgo, es decir, estas variables afectarán la tasa de crecimiento:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Modelo Evaluación de Proyecto			Escenarios Normales					
2					Mín	Más Probable	Máximo	Promedio	Desviación
3									
4	Parámetros	Nombres	Importes						=+SI(E63=0;11%;F63)
5	Ventas Efectivo 1er Año	VentasAño1	2.000						
6	Tasa de incremento de ventas	TasalncVentas	10%		9%	11%	13,0%		
7	Terreno	Terreno	500						
8	Obras Civiles	Obras	1.000					1.000	200
9	Maquinaria y Equipos	Equipos	700						
10	Capital de Trabajo	CapitalTrab	800						=+SI(E64=0;1000;F64)

Y el resultado se presenta a continuación:

VAN - Pronóstico del Simulador de Riesgo

Histograma Estadísticas Preferencias Opciones Controles [Vista Global](#)

Estadísticas	Resultado
Número de Pruebas	10000
Media	658,0654
Mediana	638,0038
Desviación Estándar	637,3579
Variación	406.225,0506
Coefficiente de Variación	0,9685
Máximo	3.214,7237
Mínimo	-1.363,7321
Rango	4.578,4558
Asimetría	0,1314
Curtosis	-0,0143
25% Percentil	229,4494
75% Percentil	1.080,0465
Precisión de Error al 95% de Confian...	1,8983%

El impacto conjunto de ambas variables produce un efecto moderado sobre la media, dado que, si bien el crecimiento de ventas será menor, también las inversiones lo serán. Ello es así dado que ambas variables están vinculadas a los factores cualitativos, y en ambos casos impactando “a la baja” respecto del valor del escenario determinístico.

7) Otras medidas de riesgo aplicables

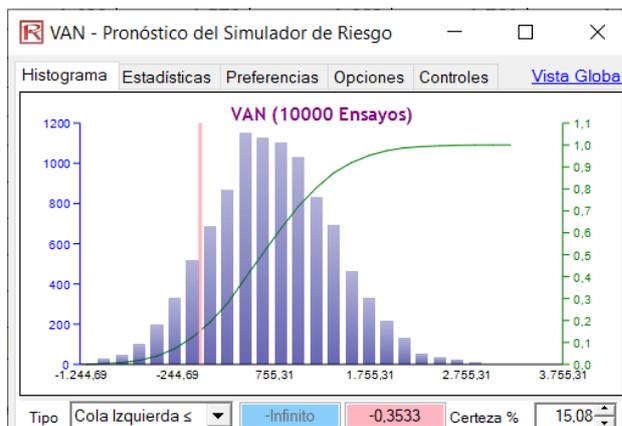
Por un lado, corresponde observar el coeficiente de variación (CV) en la tabla estadística del pronóstico, cuyo valor es 0,96 a efectos de compararlo con el riesgo que decida asumir la dirección de la empresa. Dicho indicador es el resultado de dividir la desviación estándar en la media aritmética, y por lo tanto no está expresado en una unidad de medida determinada, por lo que resulta apropiado para efectuar comparaciones entre proyectos.

Si bien las desviaciones (el numerador del ratio) y los promedios (denominador) están expresados en las unidades originales en los que se midieron los valores (si el proyecto original se mide en dólares, entonces la desviación estándar se denominan en dólares), el CV es una medida relativa y sin unidades.

Lógicamente el criterio de selección en tal caso consiste en elegir aquel proyecto con el menor coeficiente de variación, si el objetivo es minimizar el riesgo. Una ventaja importante de este indicador es que resulta intuitivamente sencillo de comprender para

ejecutivos que no tienen formación econométrica, al representar el significado de desviarse respecto del valor esperado (y por lo tanto una aplicación directa del concepto de riesgo).

También puede medirse el nivel de riesgo a través de la probabilidad que el VAN sea negativo (y que es la inversa de la probabilidad de sea positivo), y por lo tanto es 15,08% tal como se observa en la imagen siguiente:



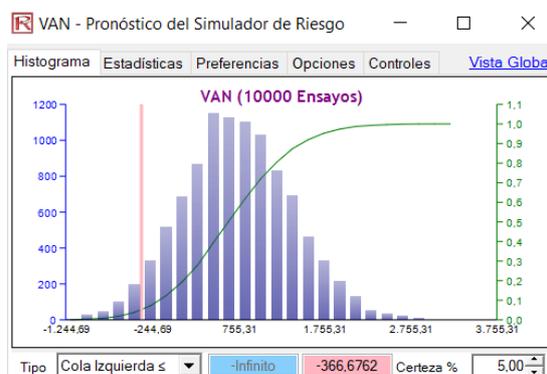
Otro filtro relevante en el análisis de riesgos es calcular cual es el 5% peor de los escenarios, y ítem se conoce como VaR (Value at Risk al 95%). Se efectúa a continuación de 2 maneras diferentes:

i) Utilizando las funciones que introduce Risk Simulator en Excel. La función ForecastStatistic se encuentra en la categoría de funciones ROV.Risksim.RSFunctions, la cual forma parte del paquete de funciones de Risk Simulator

	A	B	C	D	E
69		5%			
70	VAN	-366,39	=RSForecastStatistic(VPN;"percentile5")		

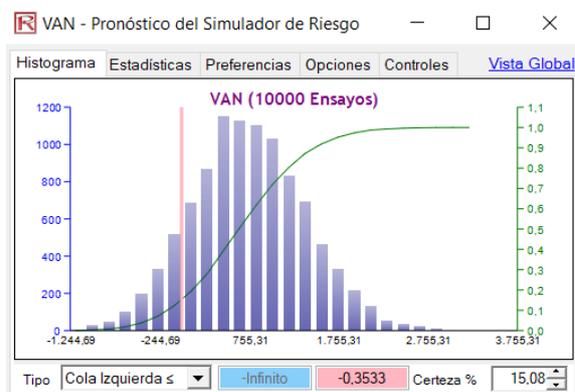
Es decir, ese el importe que representa el peor valor que puede asumir el VAN con un 5% de probabilidad de ocurrencia. Es decir, hay una probabilidad del 5% que el valor del VAN se ubique por debajo de -\$366.390. Representa el percentil 5% de la distribución logística.

2) Aplicando el filtro



Asimismo, la probabilidad que el VAN sea positivo también puede indicarse de 2 maneras diferentes, tanto utilizando fórmulas como a través de los filtros de la simulación, tal como se ilustra a continuación:

	A	B	C	D	E
73		Probabilidad			
74	VAN	15,08	=RSForecastStatistic(VPN;"certainty0")		



Este indicador lo que hace es calcular la probabilidad de que el proyecto sea un fracaso, ya que acumula el área desde $-\infty$ hasta 0, y por lo tanto la probabilidad que el VAN tome valores negativos.

En esta sección se han indicado 3 alternativas para expresar el nivel de riesgo:

- 1) A través del coeficiente de variación.
- 2) Encontrar el 5% peor de los escenarios
- 3) Encontrar la probabilidad de pérdida

Cálculo de volatilidad de los flujos de fondos

A continuación, se aplica otro modelo para la cuantificación del riesgo con el propósito de proporcionar una medida objetiva del proyecto, a fin de constatar que se enmarque en el apetito al riesgo establecido por la alta dirección. El modelo se apoya en una aproximación de retornos logarítmicos de flujos de caja, a fin de calcular su desviación estándar. El esquema es similar al que suele utilizarse para estimar retornos logarítmicos de acciones, pero en ese caso aplicado a flujos de caja, y se conoce como *enfoque logarítmico del valor presente de los retornos* (Mun, 2010).

Este método se utiliza principalmente cuando se calcula la volatilidad a partir de los flujos de caja, y requiere de simulación para obtener una única volatilidad. El primer requisito para aplicar este modelo es contar con un flujo de caja, el cual se desarrolló en el ejemplo inicial, y se transcribe a continuación adicionando 2 columnas de valor presente:

Período	Flujo de caja	Valor presente 0	Valor presente 1
0	600	$\frac{600}{(1 + 0,14)^0}$	
1	-479	$\frac{-479}{(1 + 0,14)^1}$	$\frac{-479}{(1 + 0,14)^0}$
2	-167	$\frac{-167}{(1 + 0,14)^2}$	$\frac{-167}{(1 + 0,14)^1}$
3	-3	$\frac{-3}{(1 + 0,14)^3}$	$\frac{-3}{(1 + 0,14)^2}$
4	172	$\frac{172}{(1 + 0,14)^4}$	$\frac{172}{(1 + 0,14)^3}$
5	986	$\frac{986}{(1 + 0,14)^5}$	$\frac{986}{(1 + 0,14)^4}$
6	2.288	$\frac{2.288}{(1 + 0,14)^6}$	$\frac{2.288}{(1 + 0,14)^5}$
Suma		505,97	1.260,8

La tercera columna (valor presente año 0) obtiene el valor presente de los flujos de fondos del proyecto utilizando la tasa de descuento o costo de capital.

Se busca aplicar un análisis que contemple los crecimientos anuales de los flujos de caja, considerando sus diferencias logarítmicas $\left(\frac{año_1}{año_0}\right)$ o $\left(\frac{año_y}{año_{y-1}}\right)$ para luego calcular la desviación estándar de esa variable. Es así que la suma de los importes de la columna mencionada constituye el denominador de la variable que se definirá. Por su parte, la cuarta columna (valor presente año 1) obtiene el valor actual de los mismos flujos de caja, pero un período adelante del previamente calculado y su sumatoria es el numerador de la variable. Se conforma de este modo la variable de tipo $\frac{mañana}{hoy}$.

A continuación, se transcribe su expresión de cálculo mediante la aplicación de fórmula en la planilla Excel:

=VNA(TasaDesc;C43:H43)*1,14

Luego se aplicará una simulación Montecarlo a dicha variable, de modo que su desviación estándar representará la volatilidad del flujo, y en consecuencia el riesgo integral del proyecto.

Formalmente, la definición de la variable queda expresada de la siguiente manera:

$$X = \ln \left(\frac{\sum_{i=1}^n VACF_i}{\sum_{i=0}^n VACF_i} \right)$$

Siendo $VACF_i$ = Valor actual del Cash Flow en el período i

Un beneficio relevante del hecho de trabajar con transformaciones logarítmicas, radica en el hecho de desentenderse de las unidades de medida de las variables, y pasar a trabajar

en términos porcentuales. También entre los beneficios del método se incluye la capacidad para dar cabida a flujos de caja negativos, proporcionando una estimación precisa y conservadora de la volatilidad cuando se analizan los activos. Además, dentro de un modelo de flujo de caja, se pueden configurar varios supuestos de simulación permitiendo que el modelo separe todo el riesgo e incertidumbre que interactúa en estos supuestos simulados, y obtener un único valor de volatilidad que representa el riesgo integral del proyecto. La principal desventaja del método es que depende de la variabilidad de la tasa de descuento empleada. Es decir, si se practica una simulación Montecarlo sobre los flujos de fondos solos, y luego sobre los flujos de fondos divididos en la tasa de descuento, se obtendrá un valor diferente para la variable.

Aplicación del modelo:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
78	Estimación de Volatilidad										
79	PV(0)	-\$ 600	-\$ 420	-\$ 129	-\$ 2	\$ 102	\$ 512	\$ 1.043	=+H43/(1+\$C\$21)^6		
80	PV(1)		-\$ 479	-\$ 147	-\$ 2	\$ 116	\$ 584	\$ 1.189	=+H43/(1+\$C\$21)^G24		
81	Variable	91,30%	=LN(SUMA(B80:H80)/SUMA(B84:H84))								
82	Volatilidad	66,98%	=RSForecastStatistic(B81,"standarddeviation")								
83											
84	PV(0) Estático	-\$ 600	-\$ 420	-\$ 129	-\$ 2	\$ 102	\$ 512	\$ 1.043			

La fila 84 contiene los valores del año 0, expresados como valores estáticos ya que representa los datos “observados”, es decir lo que está sucediendo o escenario determinístico, mientras que la fila 80 contiene los datos proyectados para mañana, en función de la volatilidad de los inputs, y representa por lo tanto el escenario estocástico o probabilístico.

La variable que contiene el cociente (B81) se definió como pronóstico de salida de la simulación, a efectos de obtener su volatilidad. Por tal motivo, al correr una nueva simulación se obtienen ahora tres ventanas del pronóstico: VAN, TIR, Variable de volatilidad.

En fila 82 se utilizó una función que incorpora Risk Simulator a Excel (RSForecastStatistic), que extrae la desviación estándar de la variable definida en esta sección.

En la tabla se aprecian los estadísticos relevantes (entre los cuales también consta la desviación estándar obtenida según el procedimiento antes descrito):

Variable - Pronóstico del Simulador de Ries...

Estadísticas	Resultado
Número de Pruebas	9814
Media	0.9072
Mediana	1.0389
Desviación Estándar	0.6698
Variación	0.4486
Coficiente de Variación	0.7383
Máximo	2.1412
Mínimo	-10.3090
Rango	12.4502
Asimetría	-2.5797
Curtosis	17.4322
25% Percentil	0.6623
75% Percentil	1.3347
Precisión de Error al 95% de Confian...	1.4606%

El valor de la desviación estándar (66,98%) constituye el riesgo del proyecto, y es el parámetro que debe estar acorde al apetito al riesgo, según lo defina la dirección de la empresa.

Como dato importante: la precisión del error obtenida (1,46%) es un valor aceptable, y si quisiera disminuirse dicho valor, habría que aumentar el número de pruebas.

Habiendo descrito y puesto en práctica la mecánica del cómputo de la volatilidad con el método del enfoque logarítmico del valor presente de los retornos, se explica a continuación el razonamiento desde un punto de vista de las finanzas corporativas, a través de los pasos en su implementación:

Paso 1) Calcular el valor presente en el momento 0 y 1 y sumarlos.

El valor teórico de una acción es la suma del valor presente de todos los dividendos futuros (y para las empresas que no pagan dividendos, se utiliza portafolios que replican el mercado y comparables), y los fondos para pagar esos dividendos son obtenidos del beneficio neto y flujos de caja libre de la compañía. El valor teórico de un proyecto o activo es la suma del valor presente de todos los flujos de caja libres (FCF) o beneficio neto. Por lo tanto, el precio de una acción es equivalente al precio o valor de un activo, el VAN. En consecuencia, la suma del valor presente en el momento 0 es equivalente al precio de la acción en el momento 0, o valor actual. Por su parte, la suma del valor presente de los FCF en el momento 1 es equivalente al precio de la acción en el momento 1, o una buena aproximación al precio *futuro* de la acción. Se lo emplea como una aproximación dado que, en la mayoría de los modelos de flujos de caja descontados, éstos son calculados solo para un número reducido de períodos. Por ello, al aplicar simulación Montecarlo, se están combinando los escenarios futuros y captando la incertidumbre de los futuros FCF descontados. Es así que dicho precio futuro es una buena aproximación de lo que puede ocurrir a la futura corriente de flujos de caja teniendo presente que la suma del valor presente de los FCF en el momento 1 incorpora en su cálculo todos los flujos futuros, captando de ese modo las fluctuaciones e incertidumbres. Esa es la explicación del paso 1, al calcular las volatilidades utilizando el enfoque del valor presente del logaritmo de los retornos.

Paso 2) Calcular la variable intermedia X

La variable X es idéntica al retorno logarítmico de los retornos, que se emplea habitualmente en el modelo de análisis de activos financieros. Es simplemente el logaritmo natural del precio futuro de la acción (utilizando la suma del valor presente en el momento 1 como proxy) sobre el precio actual de la acción (la suma del valor presente en el momento 0). Luego se fija el valor presente en el momento 0, dejándolo estático, porque representa el caso base, y por definición del caso base, su valor no se modifica. El caso base puede ser visto como el VAN de los beneficios netos del proyecto y se asume que es la mejor estimación del valor del beneficio neto. Por el contrario, el flujo futuro es el que resulta incierto y por lo tanto fluctúa, por lo que se simula el FCF descontado y por lo tanto el numerador de la variable X se modifica durante la simulación, manteniendo constante como caso base.

Paso 3) Simular el modelo y obtener la desviación estándar como volatilidad.

Este enfoque requiere que el modelo sea sometido a simulación. Ello tiene sentido dado que, si así no fuere, implicaría que no hay incertidumbre en el proyecto o activo y, por lo tanto, la volatilidad es igual a cero. Solo se corre una simulación cuando existe incertidumbre, y se obtiene una estimación de la misma. La justificación para emplear la desviación estándar de la muestra como volatilidad es similar al enfoque logarítmico de los retornos que se emplea para activos financieros.

El enfoque logarítmico de los retornos que se emplea para acciones, en cambio, no sería aplicable al caso de flujos de caja de un proyecto, dado que requiere contar con una cantidad grande de datos, lo cual es habitual para acciones, pero no para flujos de caja.

8) Análisis de relaciones causales mediante regresión

El propósito es desarrollar un esquema de impacto ponderado, consistente en el análisis de ítems que tienen un efecto directo sobre el flujo de fondos, y se ven afectados por la sustentabilidad del entorno, reflejando los impactos positivos y negativos sobre los empleados, clientes, medioambiente, y la sociedad en general.

Se busca de este modo una visión integrada del rendimiento, que posibilite a los inversores y administradores tomar decisiones con apoyo de información, y no solo relativa a beneficios o pérdidas de la organización, sino también sobre el amplio impacto que tiene la empresa sobre la sociedad y su medioambiente.

Las métricas permiten asignar recursos en productos y mercados, así como el desarrollo de señales de precios. Además, posibilitan definir contratos como relativos a compensaciones, que incentiven ciertas acciones. Por ejemplo, la incorporación de métricas ambientales y/o sociales en las compensaciones a ejecutivos, en la asignación de préstamos bancarios, o en el diseño de incentivos regulatorios tales como beneficios impositivos o subsidios.

Esta importancia en la cuantificación de impactos de las empresas, se evidencia en los crecientes esfuerzos por comprender, medir y optimizar los impactos sociales y ambientales.

Si bien se ha evidenciado un significativo progreso en la evolución de estas métricas, éstas no se manifiestan en un esquema que impacte en los estados contables y consecuentemente en los flujos de fondos, posibilitando que los inversores y decisores comprendan las compensaciones y efectos sobre los rendimientos, considerando riesgo y rentabilidad. La determinación del impacto monetario basado en datos disponibles, traduce su aplicación en un lenguaje que es familiar a los decisores.

Es de esperar que el planteamiento de un esquema en que se midan los impactos monetarios sobre los productos, que introduzca una metodología sistemática y repetible, que pueda captar a su vez los impactos a lo largo de la cadena de valor y entre industrias. Ello brindaría transparencia, comparabilidad y escalabilidad de los impactos sobre los productos. En segundo lugar, la formalización de un esquema de cálculo brinda transparencia y neutralidad, tanto para estimar efectos positivos como negativos. Ello permitirá diferenciar entre productos y entre empresas. Por último, un esquema promueve una visión holística de la cuantificación de efectos sobre los estados financieros,

ampliando el objetivo más allá de lo operativo. En lugar de basarse en el apoyo del consumidor para la cuantificación, un esquema amplía la medición hacia impactos que puedan no ser percibidos por éstos, como la mayoría de los daños ambientales. Dicho esquema exhaustivo es crítico para promover y administrar el desarrollo de productos que maximicen el valor contemplando los intereses totales de los actores interesados.

En este contexto, el propósito es avanzar en la construcción de un modelo económico formal, apoyado en la teoría de la maximización del valor de la organización.

La regresión es una técnica estadística desarrollada para estudiar la relación que existe entre variables. En este caso, y como se describió precedentemente, son más de una las variables independientes, por lo que se planteará una regresión lineal múltiple.

El objetivo es plantear un modelo de regresión lineal múltiple, y cada variable será incorporada, acorde las pautas que se describen a continuación:

- Variable dependiente (explicada, predicha): Tasa de crecimiento de las ventas.
- Variables independientes (regresoras, predictoras): se pondera en cada una su efecto sobre la variable independiente, contemplando los parámetros antes mencionados en base al método Delphi. A tal fin, una escala de 1 a 5 es asignada en cada variable para cada año, dónde 1 es el menor impacto y 5 es el mayor.
- Dado que la variable “tasa de crecimiento de las ventas” es la que se determinó como la de mayor impacto en el modelo desarrollado en Excel, se trabajará en esta sección para la elaboración de un modelo económico que plantee su relación con las variables independientes:
 - o Problemas ambientales
 - o Negociación con proveedores
 - o Reputación de la organización
 - o Regulaciones gubernamentales
 - o Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)

El cuadro siguiente resume la información de la base de datos a analizar:

Empresa	Tasa de crecimiento de ventas (%)	problemas ambientales (conciencia ambiental)	Negociación con proveedores	Reputación de la organización	Regulaciones gubernamentales	Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)
1	7	2	3	1	2	2
2	9	2	3	3	2	3
3	12	4	4	3	3	4
4	10	3	3	3	4	2
5	15	5	4	4	3	4
6	9	2	2	2	3	4
7	18	5	4	4	4	3
8	24	5	4	5	5	5
9	19	3	2	5	3	2
10	16	3	4	5	4	2
11	11	2	3	3	3	3
12	12	3	3	4	2	4
13	18	4	4	3	5	5
14	17	2	4	4	4	2
15	20	5	5	4	5	3
16	24	5	5	5	5	4
17	18	4	4	4	3	4
18	16	3	5	3	4	2

La tabla contiene información de 18 empresas, en que los factores socio ambientales han sido calificados para cada una de ellas en una escala ascendente de 1 a 5.

El cuadro siguiente expone el resultado de la regresión.

Análisis del Reporte de la Regresión

Estadísticas de Regresión	
R-Cuadrado (Coeficiente de Determinación)	0,8790
R-Cuadrado Ajustado	0,8286
R-Múltiple (Coeficiente de Correlación Múltiple)	0,9376
Error Estándar Estimado (EEy*)	2,0809
Observaciones n	18

El valor R-Cuadrado o el Coeficiente de Determinación, indica que el 0,88 de la variación en la variable dependiente puede explicarse y calcularse mediante el análisis de regresión de las variables independientes. Sin embargo, en una regresión múltiple, el R-Cuadrado Ajustado toma en cuenta la existencia de variables independientes adicionales o regresores y ajusta el valor de dicha R-Cuadrada Ajustada para obtener un panorama más exacto del poder intrínseco de la regresión, puesto que determina la variabilidad que es explicada por las variables explicativas o independientes, con respecto a la variable dependiente cuando se introduce una variable adicional al modelo. De ahí que sólo el 0,83 de la variación en la variable dependiente puede ser explicada por las variables independientes cuando se introduce una nueva variable al modelo.

El Coeficiente de Correlación Múltiple (R-Múltiple) mide la correlación entre la verdadera variable dependiente (Y) y la variable estimada o ajustada (Y*) basado en la ecuación de regresión, es decir, establece una medida del grado de asociación lineal entre la variable dependiente y la variable estimada, concretamente entre la variable dependiente y la recta de regresión estimada. Esta correlación también es la raíz cuadrada del Coeficiente de Determinación (R-Cuadrado).

Las estimaciones del Error Estándar (SEy*) describen la dispersión del conjunto de datos por encima y debajo de la línea de regresión lineal o plano. Este valor es utilizado como parte del cálculo para obtener el intervalo de confianza de las estimaciones posteriores.

Resultados de la Regresión

	Intercepto	problemas ambientales (conciencia ambiental)	Negociación con proveedores	Reputación de la organización	Regulaciones gubernamentales	Riesgos laborales (buenas prácticas laborales)
Coefficientes	-4,9375	0,4652	0,5530	2,4101	1,8214	0,4363
Error Estándar	2,8920	0,7586	0,8292	0,5805	0,6847	0,5952
Estadístico t	-1,7073	0,6132	0,6670	4,1514	2,6604	0,7330
P-Value	0,1135	0,5512	0,5174	0,0013	0,0208	0,4776
Inferior al 5%	-11,2387	-1,1877	-1,2536	1,1452	0,3297	-0,8606
Superior al 95%	1,3637	2,1181	2,3597	3,6750	3,3132	1,7331

Grados de Libertad

Grados de Libertad para la Regresión	5
Grados de Libertad Residual	12
Grados Totales de Libertad	17

Pruebas de Hipótesis

Estadístico t Crítico (99% de confianza con df de 12)	3,0545
Estadístico t Crítico (95% de confianza con df de 12)	2,1788
Estadístico t Crítico (90% de confianza con df de 12)	1,7823

Los coeficientes proporcionan el intercepto y la pendiente de la regresión estimada. Por ejemplo, los coeficientes son estimaciones de los posibles valores poblacionales b representados en la siguiente ecuación de regresión $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$. El Error Estándar mide que tan exactos son los pronósticos de los coeficientes, y el estadístico t es la razón entre el valor correspondiente al coeficiente estimado y su respectivo Error Estándar.

El estadístico t se utiliza en la prueba de hipótesis, donde se establece la hipótesis nula (H_0) de manera que el coeficiente sea cero, y la hipótesis alternativa (H_a) diferente de cero, de manera que el verdadero valor del coeficiente no sea igual a cero. Una prueba t se lleva a cabo cuando el estadístico t se compara con los valores críticos de los Grados de Libertad Residual. La prueba t es muy importante ya que calcula si cada uno de los coeficientes es estadísticamente significativo en presencia de otros regresores. Esto significa que la prueba t comprueba estadísticamente cuando un regresor o una variable independiente debe continuar en la regresión o de lo contrario, debe descartarse.

El coeficiente es estadísticamente significativo si su estadístico t excede el estadístico crítico en los grados de libertad relevantes (df). Los tres principales niveles de confianza utilizados para medir la significancia son 90%, 95% y 99%. Si un estadístico t del coeficiente excede el nivel crítico, se le considera estadísticamente significativo. Alternativamente, el P - Value calcula cada probabilidad de ocurrencia del estadístico t, lo que significa que entre más pequeño sea el P - Value, más significativo será el coeficiente. Los niveles usuales de significancia para el P - Value son 0.01, 0.05, y 0.10, que corresponden a 99%, 95%, y 90% de los niveles de confianza respectivamente.

Los coeficientes con sus P - Value resaltados en azul indican que son estadísticamente significativos al 90% de confianza o 0.10 en nivel alfa, mientras que aquellos resaltados en rojo indican que no son estadísticamente significativos en cualquier otro nivel alfa.

Análisis de Varianza

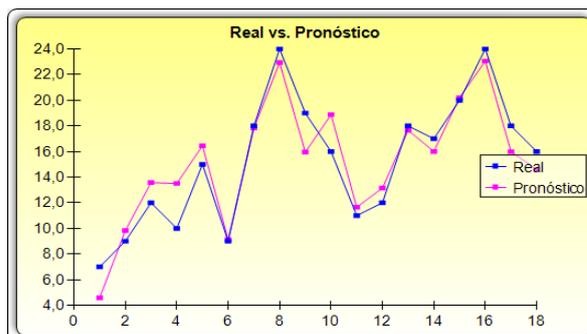
	Suma de Cuadrados	Suma del Promedio de Cuadrados	Estadístico F	P-Value	Pruebas de Hipótesis
Regresión	377,65	75,53	17,44	0,0000	Estadístico F Crítico (99% de confianza con df de 5 y 12) 5,0643
Residual	51,96	4,33			Estadístico F Crítico (95% de confianza con df de 5 y 12) 3,1059
Total	429,61				Estadístico F Crítico (90% de confianza con df de 5 y 12) 2,3940

El cuadro de Análisis de Varianza (ANOVA) proporciona una prueba con el estadístico F, apoyado en los resúmenes generales de las estadísticas significativas de los modelos. En lugar de buscar regresores individuales como en la prueba t, la prueba F busca en todas las propiedades estadísticas de los coeficientes. El estadístico F se calcula como la razón de la suma ponderada de cuadrados de la suma explicada de la regresión sobre la suma ponderada de cuadrados de la suma de residuales cuadrados. El numerador mide que tanto de la regresión se explica, mientras que el denominador mide que tanto no se explica. Por lo tanto, mientras más grande sea el estadístico F, más significativo será el modelo. El P - Value correspondiente es calculado para comprobar la hipótesis nula (H_0) en donde todos los coeficientes son simultáneamente iguales a cero, contra la hipótesis alternativa (H_a), en la cual todos son simultáneamente diferentes a cero, indicando un modelo de regresión estadísticamente significativo. Si el P - Value es más pequeño que los niveles de significancia alfa, es decir, 0,01, 0,05, o 0,10, entonces la regresión es significativa. La misma aproximación puede aplicarse comparando el estadístico F con los valores críticos de F en varios niveles de significancia.

Pronóstico

Periodo	Real (Y)	Pronóstico (P)	Error (E)
1	7,0000	4,5776	2,4224
2	9,0000	9,8340	(0,8340)
3	12,0000	13,5752	(1,5752)
4	10,0000	13,5058	(3,5058)
5	15,0000	16,4504	(1,4504)
6	9,0000	9,1286	(0,1286)
7	18,0000	17,8356	0,1644
8	24,0000	22,9397	1,0603
9	19,0000	15,9515	3,0485
10	16,0000	18,8790	(2,8790)
11	11,0000	11,6554	(0,6554)
12	12,0000	13,1455	(1,1455)
13	18,0000	17,6543	0,3457
14	17,0000	16,0037	0,9963
15	20,0000	20,2101	(0,2101)
16	24,0000	23,0564	0,9436
17	18,0000	15,9852	2,0148
18	16,0000	14,6119	1,3881

RMSE: 1,6991



Las constantes $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_5$ son los parámetros del modelo econométrico y describen dirección y fuerza de la relación entre la actividad que quiere explicarse (tasa de crecimiento) y cada uno de los factores empleados para determinar dicha variable en el modelo, manteniendo constantes todos los demás factores.

Es importante resaltar que la ecuación que surge de la regresión, indica cómo varía el valor promedio de “y”, acorde a las variaciones de las “x”. La expresión no dice que “y” sea igual a $\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_5 X_5$, para cada una de las unidades de la población (Wooldridge, 2009). El análisis múltiple es apropiado para un análisis ceteris paribus, debido a que permite controlar de manera explícita muchos factores que afectan en forma simultánea a la variable dependiente. El resultado permite plantear un modelo con el siguiente formato:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + u,$$

Dónde:

β_0 es el intercepto

β_1 es el parámetro asociado con x_1

β_2 es el parámetro asociado con x_2 y así sucesivamente

Respecto del P-Value, obsérvese que el software coloca con colores las significancias estadísticas. Las variables resaltadas en azul, implican que están contribuyendo para poder explicar la variable independiente. En cambio, las coloreadas en rojo, no son estadísticamente significativas.

La primera validación que se efectúa es a través del estadístico t.

Construcción del estadístico t: se coloca como hipótesis nula que cada coeficiente (β_i) es igual a cero, y la hipótesis alternativa es que cada (β_i) es distinto de cero:

H0: (β_i) = 0

H1: (β_i) \neq 0

Ejemplo de cálculo de Estadístico t, para el factor problemas ambientales

$$\frac{\text{Coeficiente-Parámetro de la } H_0}{\text{Error estándar}} = \frac{0,4652-0}{0,7586} = 0,6132$$

¿Cómo procedo para rechazar o no rechazar la hipótesis nula? Se podría efectuar de 3 maneras:

- 1) De manera gráfica: contrastando el t crítico con el t estadístico
- 2) A partir de intervalos de confianza: si ellos toman el valor de negativo y positivo, entonces el cero cae dentro de la hipótesis nula, y por lo tanto no la estaremos rechazando.
- 3) A partir del P-value. Si éste es mayor al nivel de significancia (5% se utiliza como regla general), no se rechaza la hipótesis nula.

En los casos en que el P-value fue coloreado por el soft en azul, es porque su valor se ubica por debajo del 5% y consecuentemente se rechaza la hipótesis nula (reputación de la organización y problemas gubernamentales). También para los mismos casos, el intervalo (inferior al 5% y superior al 95%), ambos son positivos y por lo tanto no incluyen el cero. En cambio, en los casos en que el intervalo contiene valores positivos y negativos, no conducen a un rechazo de hipótesis nula.

Una segunda validación consiste en observar el **estadístico F**, en este caso la hipótesis es que todos los parámetros son iguales a cero, y la hipótesis alternativa es que al menos uno es distinto de cero. En nuestro ejemplo estamos rechazándola ya que el P-value está por debajo del nivel de significancia, y por lo tanto estamos diciendo que al menos una de las variables es estadísticamente significativa y que al menos uno de los parámetros es distinto de cero.

El R^2 , o coeficiente de determinación, se conoce como una medida de la bondad del ajuste. Cuanto más cercano se encuentre a 1, mayor es la bondad del ajuste, al indicar que proporción de la variación de la variable dependiente es explicada por las variaciones de variables independientes. A su vez, R^2 ajustado sirve para comparar diferentes modelos, en los que las variables independientes, o el número de variables, es diferente. Por supuesto, siempre que el tamaño de la muestra sea idéntico, y que la forma funcional de la variable dependiente sea la misma. Es preferente tener un R^2 elevado, dado que indica que las variables explicativas tienen un alto impacto sobre la variable independiente. El R-múltiple es la raíz cuadrada de R^2 , es decir, es el coeficiente de correlación de Pearson.

El error estándar estimado, indica lo que en promedio se desvía cada observación de su valor real.

Conclusiones

Se advierte que el Marco de apetito al riesgo permite generar valor, al diseñar las estrategias acordes al mismo, facilitar su implementación, definir las políticas de desarrollo y crecimiento del negocio bajo una estructura de riesgo-rentabilidad.

En la medida en que la dirección pretenda lograr un cierto nivel de rentabilidad sobre la inversión, es imprescindible que diseñe mecanismos que le permitan cuantificar el nivel de pérdidas que puede asumir, para así determinar su tolerancia y capacidad frente a tales eventos de riesgo.

Los riesgos derivados de impactos eco-socio-ambientales requieren integrar mecanismos cuali-cuantitativos en el modelo, a fin de definir esquemas que sean matemáticamente robustos y a la vez comprensibles por la alta dirección de la empresa.

El esquema top-down aplicado en el trabajo permitió vincular los riesgos e iniciativas de toda la empresa con los indicadores de rentabilidad y pautas estratégicas fijadas por la gerencia. La implementación de este esquema en diversas áreas del negocio, permite un monitoreo efectivo de riesgos multifuncionales.

Se diseñaron sucesivas instancias de cuantificación y gestión del riesgo, a efectos que la alta dirección de la empresa cuente con herramientas para evaluar el negocio y tomar medidas de prevención y mitigación. Estas metodologías se apoyan en planteos cualitativos para la identificación de impactos, luego se reflejan en el análisis financiero de flujos de fondos, y por último se aplica en el contexto económico para la construcción de un modelo integrador.

En particular, se enfocó el trabajo en dotar a dichas herramientas de mecanismos para captar impactos eco-socio-ambientales, apoyándose en software específico de cuantificación de riesgos, como complemento al análisis financiero tradicional basado en flujos de fondos descontados.

Bibliografía

- Canter, L. W. 1998. 2ª Edición. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw-Hill. Madrid, España
- Coria, I. 2008. El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. Rosario, Argentina. Invenio, 11 (20)
- De La Maza, C.L. 2007. Evaluación de impactos ambientales, en Manejo y conservación de recursos forestales. pp 579-609.
- Dellavedova, M.G. 2016. Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. Universidad Nacional de La Plata, Argentina
- Duek, J. et.al. Métodos para la evaluación de impactos ambientales incluyendo programas computacionales. Venezuela: s.n., 1979
- Feldman, G. 2018. Herramientas cualitativas de evaluación y análisis de riesgos. SADAF.
- Leopold, 1972 A procedure for evaluating environmental impact. Geological survey circular 645.
- Llugsa Guamán, G 2019. Residuos peligrosos y especiales en el proceso productivo de la fábrica de calzados Gomo's. Ecuador.
- Millán, A. 2012. Análisis crítico de la Evaluación de Impacto Ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora. Tesis de maestría. Bogotá, Colombia
- Mun, J. 2010. Real options valuation. User Manual
- Newmont, Prospecto de exploración SUMACWAYRA.
- Olympic Peru 2013. Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado del Proyecto de Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII
- Portal del comerciante 2020. Recuperado el 1/10/2020 de: <https://www.portaldelcomerciante.com/es/articulo/2-comercio-y-medio-ambiente-buenas-practicas-comerciales#N1>
- Rivera Landa 2016. Conociendo el apetito al riesgo. Recuperado el 3/10/2020 de : <https://es.slideshare.net/RevistaSG/webinar-lunch-learn-conociendo-el-apetito-de-riesgo>
- Sampieri Hernández, R. 2014. Metodología de la investigación. McGraw Hill
- Santeli, G. 2016. El mapeo de stakeholders en proyectos privados de desarrollo. Recuperado el 4/10/2020 de: <https://www.uasb.edu.ec/documents/62057/2973335/MA+Genoveva+Espinoza/0b38a69e-66e1-4108-a30e-05974ac5a0f7>
- Sapag Chain, Nassir 2011. Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2º edición. Pearson Educación, Chile
- Wooldridge, J.M 2009. Introducción a la econometría. Cengage Learning. México