UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA
Seccional del Alto Magdalena

MODELACIÓN FINANCIERA

Conceptos y aplicaciones

Rodrigo Pérez Peña

Pérez Peña, Rodrigo
Modelación financiera : conceptos y aplicaciones /
Rodrigo Pérez Peña
Bogotá : Universidad Piloto de Colombia. Seccional del
Alto Magdalena, 2019
114 páginas : gráficos
Incluye referencias bibliográficas
ISBN : 9789585106000 (digital)

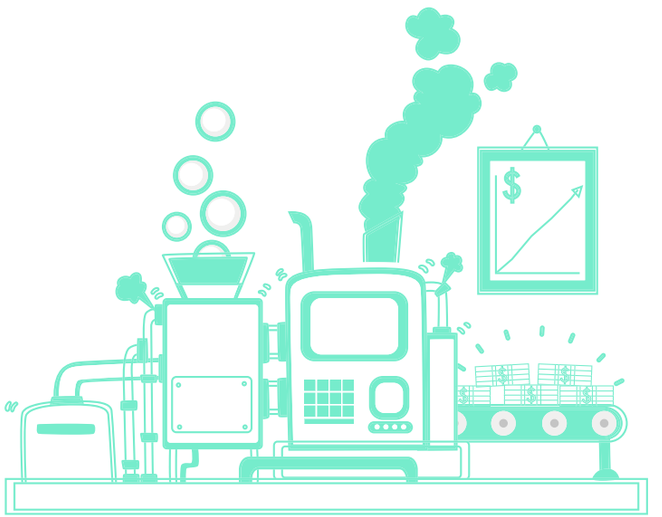
1. Toma de Decisiones – Modelos matemáticos
2. Modelos financieros
3. Pronostico de los negocios

CDD 658.40352

Rodrigo Pérez Peña

MODELACIÓN FINANCIERA

Conceptos y aplicaciones



UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

Presidente · **Olinto Eduardo Quiñones Quiñones**

Rectora · **Ángela Gabriela Bernal Medina**

Director de Publicaciones y Comunicación Gráfica · **Rodrigo Lobo-Guerrero Sarmiento**

Director de Investigaciones · **Mauricio Hernández Tascón**

Coordinador General de Publicaciones · **Diego Ramírez Bernal**

SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA

Vicerrector Administrativo y Financiero · **José Ernesto Bermúdez Rojas**

Vicerrector Académico · **Henry Alberto Matallana Novoa**

Decana del Programa de Ingeniería Financiera · **Andrea Mican Silva**

Coordinadora de Publicaciones · **Karen Estefanía Sarmiento Jiménez**

Gestora de Línea de Investigación · **Luz Andrea Meneses Ortegón**

Primera edición, Bogotá 2019

Autor · **Rodrigo Pérez Peña**

ISBN · **978-958-5106-00-0**

Diseño · **Shirly Delgado y Daniela Martínez Díaz**

Corrección de estilo · **Diego Nicolás Márquez**

© Modelación Financiera · Conceptos y aplicaciones

La obra literaria publicada expresa exclusivamente la opinión de sus respectivos autores, de manera que no representan el pensamiento de la Universidad Piloto de Colombia. Cada uno de los autores, suscribió con la Universidad una autorización o contrato de cesión de derechos y una carta de originalidad sobre su aporte, por tanto, los autores asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta publicación.

Rodrigo Pérez Peña

MODELACIÓN FINANCIERA

CONCEPTOS Y APLICACIONES

UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA
Seccional del Alto Magdalena

Ingeniería Financiera
Facultad de Ingeniería

“

A mí querida esposa Ruby, quien siempre está conmigo.

A mis hijos Mario Alberto, Magda Lucía y Rodrigo.

A mis nietos Mario David y Verónica.

Esta obra es para ustedes.

”

ACERCA DEL AUTOR

..

RODRIGO PÉREZ PEÑA

Ingeniero Industrial, Candidato a Doctorado en Administración Gerencial, MBA con Especialidad en Finanzas Corporativas, especializado en Evaluación Social de Proyectos y Docencia Universitaria, con amplia experiencia adquirida en los diferentes cargos desempeñados en la parte administrativa, experto en formulación y evaluación, seguimiento, ejecución y Control de proyectos, tanto del sector privado como del sector público; con habilidades para diseñar estrategias que busquen mejorar de una manera eficiente y eficaz los sistemas productivos, administrativos y organizativos de una empresa; además cuento con las aptitudes para planear y desarrollar alternativas de optimización de los recursos disponibles de una empresa.

Con treinta y cinco años de experiencia en docencia, a nivel de pregrado y postgrado, en diferentes centros Universitarios del país; liderar del grupo de investigaciones desarrollo y productividad de la ciudad región de Girardot, ante Colciencias, durante los años 2014, 2015, 2016, 2017.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 14

01
CONTEXTUALIZACIÓN 16

1.1. CONCEPTOS DE MODELOS FINANCIEROS 17
1.1.1. ¿Qué es un modelo? 18
1.1.2. ¿Qué es un modelo financiero? 18
1.1.3. Predicción 18
1.2. TIPOS DE MODELOS 19
1.2.1. Modelos determinísticos 19
1.2.2. Modelos estocásticos 19
1.2.3.Modelos de optimización 20
1.2.4. Modelos de simulación 23
1.2.5. Modelos de proyección 28

02
CONCEPTO BÁSICO DE ESTADÍSTICA 29

2.1. MEDIOS DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN 30
2.2. VARIABLES ALEATORIAS 31
2.3. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD 31
2.3.1. Distribución de probabilidad de una aleatoria discreta 31
2.3.2. Distribución de probabilidad de una aleatoria continua 32
2.3.3. Ejemplo de función densidad discreta 32

2.3.4. Ejemplo de función de densidad continua 32

2.4. HISTOGRAMAS Y POLÍGONOS DE FRECUENCIA COMO ESTIMADORES DE LAS FUNCIONES DE DENSIDAD 33

2.4.1. Histograma 33

2.4.2. Polígono 33

2.5. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL 34

2.5.1. Mediana poblacional y su estimador 34

2.5.2. Media poblacional y su estimador 34

2.5.3. Media ponderada 35

2.5.4. Análisis de correlación 35

2.5.5. Análisis del coeficiente de determinación entre dos activos 39

2.5.6. Medidas de dispersión y sus estimadores 40

2.5.7. Coeficiente de Variación 44

2.5.8. Medidas de forma y sus estimadores 45

03

MODELOS FINANCIEROS 48

3.1. FUNDAMENTACIÓN 49

3.2. CONCEPTOS BÁSICOS FINANCIEROS 50

3.3. MODELOS ESTÁTICOS 51

3.3.1. Perspectiva en los flujos de caja 52

3.3.2. El flujo de caja total de la inversión 52

3.3.3. El flujo de caja medio de la inversión 53

3.3.4. Recuperación de la inversión según Payback 53

3.3.5.Ejemplos 54

3.4. MODELOS ESTOCÁSTICOS 68

3.4.1. Ejemplo 69

04

PREDICCIÓN 87

4.1. MODELOS DE PREDICCIÓN 88

4.2. SERIES DE TIEMPO Y PREDICCIÓN 89

4.3. IMPORTANCIA DE LOS PRONÓSTICOS 89

4.4. MODELOS DE PRONÓSTICOS 89

4.4.1. Métodos cualitativos 90

4.4.2. Métodos cuantitativos 90

4.5. MÉTODO APLICATIVO ESTÁTICO 93

4.5.1. Modelo de solución al caso 95

4.5.2. Gráfico de tendencias 95

4.5.3. Modelo financiero 96

4.5.4. Resultados 97

4.6. MODELOS APLICATIVOS DINÁMICOS 97

GLOSARIO 112

REFERENCIAS 114

INTRO DUCCIÓN

Teniendo en cuenta la importancia de la toma de decisiones gerenciales actualmente en el mundo de las empresas u organizaciones en general; es necesario que los gerentes busquen alternativas que generen altos beneficios a bajos riesgos, minimizando sus costos y maximizando sus rendimientos.

Por tal motivo, con el fin de buscar optimizaciones en la toma de decisiones, se plantean alternativas de solución a través de modelos; considerando estos como la abstracción de un problema, una innovación o el planteamiento de una solución a una situación dada en una entidad, empresa u organización.

A través de la búsqueda de optimizaciones, se identifican diferentes factores que afectan a las organizaciones de una forma directa o indirecta en la toma de decisiones. Para la solución de estos factores han surgido nuevas técnicas de sistemas que permiten generar campos de acción que disminuyen los riesgos y las incertidumbres ocasionando mejores resultados y mayores beneficios a sus accionistas.

Es así como en el mercado de la informática se encuentran varias herramientas que resultan ideales para desarrollar alternativas que contribuyan a identificar los riesgos de una toma de decisión y logren mejorar los beneficios en las inversiones, tanto a corto como a largo plazo.

Dentro de estas herramientas se encuentran diferentes software como Crystall Ball, Risk Simulador o la hoja de cálculo del Excel, entre otros, que ofrecen aplicaciones importantes para la solución de los problemas tanto administrativos como financieros que a bien se le presente a la empresa u organización durante su gestión.

01

CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. CONCEPTOS DE MODELOS FINANCIEROS

La función primordial de un gerente financiero es asignar adecuadamente los recursos de una empresa u organización buscando la optimización de los beneficios de la firma y la generación de valor de éstas.

Dentro de los mecanismos para lograrlo debe velar porque existan las herramientas para prever situaciones tanto favorables como desfavorables que le permitan tomar decisiones apropiadas en cada caso.

Durante mucho tiempo, los gerentes de empresas y organizaciones han tenido una actitud ambigua hacia la construcción de los modelos cuantitativos para la toma de decisiones.

Algunos han considerado como “magia negra” la construcción de los modelos, argumentando que tan solo deben practicarlo los matemáticos o especialistas en informática; sin embargo, el hecho de delegar a los especialistas la construcción del modelo, elimina del proceso al gerente, por lo cual, muchas veces los resultados se aplican erróneamente.

Dos tecnologías han revolucionado los actuales sistemas de construcción de modelos, haciendo posible que los administradores de recursos puedan construir sus propios modelos. Estas dos tecnologías son los computadores y los programas

de hojas de cálculo electrónica como el Excel, en otras palabras, los conocimientos analíticos de matemáticas avanzadas, programación de computadores, razonamiento algorítmico y otros aspectos de la formación técnica que antes eran indispensables han desaparecido.

Este enfoque del aprendizaje a partir de la construcción de modelos permite a los gerentes abordar aspectos más importantes en sus decisiones, como determinar cuáles serían las preguntas más apropiadas para plantear o qué alternativas conviene investigar.

1.1.1. ¿Qué es un modelo?

Un modelo es la representación abstracta de una situación real de un problema, donde se plantean diferentes alternativas de solución; por ejemplo, un problema de eficiencia en el proceso productivo en una empresa.

> El concepto de **modelo** proviene del italiano *modello*, siendo un diminutivo de modus, que significa manera. Lo cierto es que el término tiene una inmensa cantidad de usos, pero todas tienen en común que un modelo es una manera, es algo que es capaz de ser abstraído y analizado por fuera de su simple aplicación práctica (Enciclopedia de Contenidos, 2018, pág. 1).

1.1.2. ¿Qué es un modelo financiero?

Un modelo financiero es una abstracción a una situación económica y financiera de una empresa u organización que sirve como herramienta de gestión y permite proyectar los resultados futuros de las decisiones que se planean tomar en el presente.

Un modelo financiero es la representación abstracta de una situación problemática real de un ente económico, donde se simplifica la parte en conflicto resaltando las variables a solucionar. Presentando variables entrada; proceso de transformación y una variable de salida transformada.

1.1.3. Predicción

Podemos decir que la predicción es algo que posiblemente sucederá en un periodo de tiempo predeterminado, pero que presenta ciertos niveles de incertidumbre. Algunos autores definen la predicción como; *"la auténtica prueba de nuestra comprensión del mundo"* (Taleb, 2007). Nissam Nicholas Taleb (2007) argumenta la diferencia entre adivinar y predecir; adivinar es lo que yo no sé, pero que alguien puede saber, mientras que predecir es lo que aún no ha tenido lugar.

En cuanto a las empresas, la predicción se plantea como eje fundamental en la toma de decisiones. Pues antes de decidir cuál rumbo se va a llevar, es importante tener una visión de lo que va a ocurrir en el futuro. El ejecutor o

el gerente debe prever qué puede suceder ante cada decisión y, a partir de ello, tomar la que más le convenga al intentar siempre reducir la incertidumbre. Las técnicas de la predicción van dirigidas precisamente en reducir esta incertidumbre en el futuro y en consecuencia disminuir el riesgo al momento de tomar las decisiones.

1.2. TIPOS DE MODELOS

En el estudio de los modelos de decisión se presentan dos tipos: Modelos Determinísticos y Modelos Estocásticos.

1.2.1. Modelos determinísticos

Los modelos determinísticos son aquellos que tienen como característica general que la información se conoce y viene de datos históricos. Es decir, se supone que cuando el modelo sea analizado se tendrá toda la información necesaria para tomar la decisión. Estos modelos son de gran utilidad resolviendo situaciones que se pueden presentar al interior de las empresas.

Los modelos determinísticos son importantes para la toma de decisiones en las organizaciones por los siguientes aspectos:

- Pueden mostrar diferentes problemas de las empresas y organizaciones.
- Son relativamente fáciles de optimizar a través de hojas de cálculo, por lo cual pueden encontrar soluciones óptimas y facilitar la toma de decisiones.
- Mejoran el rendimiento de la organización.
- Ayudan a desarrollar habilidades para la formulación de nuevos modelos en general.

1.2.2. Modelos estocásticos

Los modelos estocásticos son aquellos que poseen ciertos niveles de incertidumbre y son difíciles de estimar con información histórica, por lo cual, deben utilizarse otras vías, como es el caso de las herramientas que ofrece la inferencia estadística, como son las probabilidades. A partir de esos modelos se identifican las variables que llamamos aleatorias, cuya función es contribuir a medir el riesgo que se presenta en la incertidumbre del problema a solucionar.

Estos modelos adquieren su importancia cuando intervienen en ellos muchas entradas inciertas y pocas restricciones. Por lo que se usan a menudo para la toma de decisiones estratégicas, referente a la relación de una empresa u organización con su ambiente o entorno (incierto). Como es el caso en el mercado bursátil y la oferta de las acciones al público.

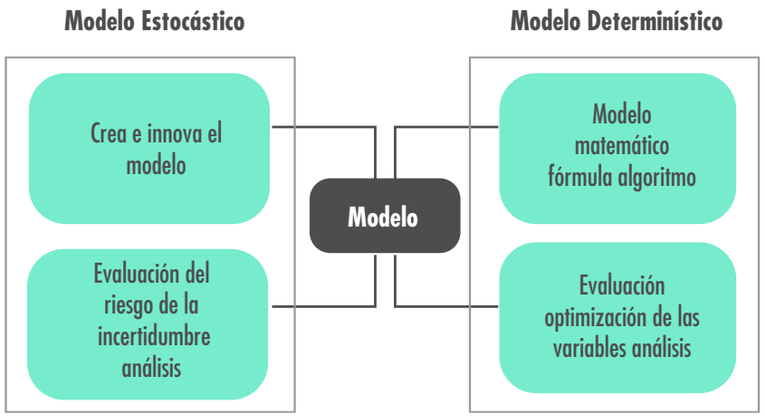


Figura 1. Estructura de un modelo
Fuente: Elaboración Propia

1.2.3.Modelos de optimización

Definición. Es la aplicación de una función a optimizar con varias restricciones de limitación de recursos.

1.2.3.1. Clases de Modelos de optimización

Los modelos de optimización se caracterizan por contar con una función a optimizar y unas limitaciones de recursos llamadas restricciones, que dependiendo de las condiciones de estos arrojarán buenos resultados en la utilización de ellos.

En el mundo de las empresas y de los negocios, estos modelos contribuyen en la toma de decisiones que realizan los ejecutivos con el fin de mejorar sus rendimientos y, por consiguiente, el valor para los propietarios o accionistas.

Plantear modelos financieros significa para los gerentes contar con nuevas herramientas para la toma de decisiones gerenciales, por lo cual su formulación es trascendental. Para la formulación del modelo es necesario tener en cuenta que estos no logran captar completamente la situación real del problema. Solamente se tiene la representación abstracta de la situación que se desea analizar y a partir de allí se busca lograr mejorar esta. Es decir se tiene una aproximación muy significativa de cómo interactúan las diferentes variables implícitas en la problemática.

La importancia de los modelos radica en la toma de decisiones que con ellos se pueden plantear para mejorar con sus soluciones, la eficiencia de la gestión de las empresas u organizaciones.

Al hablar de la optimización de un problema como se plantea en la investigación de operaciones es muy difícil obtener una solución óptima completa, ya que en la vida real se tienen otros factores externos que en un momento dado no los considera completamente el modelo. Siempre existirán variaciones del entorno que no pueden determinar los modelos, por ello podemos decir que la optimización de las variables solo se logra en la representación del modelo más no en lo real.

Una observación a los directivos y dirigentes de las empresas es que al hacer uso de los modelos deben tener precaución al momento de tomar decisiones basados totalmente en los resultados obtenidos por el modelo, ya que si se confía completamente en el modelo sin evaluar la situación real, se podrían cometer errores graves.

De tal manera, al momento de planear un modelo se debe considerar lo siguiente:

1. Los modelos son la representación abstracta de un problema.
2. Al elaborar un modelo se reúna toda la información necesaria para ello, de tal forma que se obtenga:
   a. Un resultado que satisfaga las necesidades requeridas.
   b. Una solidez con la información disponible.
   c. Posibilidad de realizarlo en el tiempo disponible.

Al plantear un modelo se debe tener en cuenta que este busca medir la eficiencia de la gestión operativa de la administración de acuerdo con unos objetivos y metas trazados. Es por ello que resulta complejo en la elaboración del modelo, determinar cuál sería la participación de estas variables, en la medida de la eficiencia, operativa y administrativa de la organización.

Existen diversos tipos de modelos que buscan la optimización de los recursos disponibles, como lo son: los modelos de servicios, de comercialización, financieros, agrícolas, industriales o de planificación. Todos ellos hacen usos de un modelo matemático restringido que les permite arrojar resultados óptimos.

1.2.3.2. Algoritmo de optimización restringida

Al considerar un problema de optimización se debe tener en cuenta que se busca encontrar el valor de las variables de decisión que logren optimizar la función. A las variables las llamaremos variables de decisión, que son aquellas con las cuales determinaremos la solución del problema.

La forma matemática es determinar el valor de una serie de variables según el tipo de problema de tal forma que la función a optimizar sea factible y óptima.

Los métodos más comunes son los de la investigación de operaciones determinística donde se conoce el modelo matemático que llevará a determinar la solución óptima. Estos métodos se fundamentan en un algoritmo lógico matemático esencial para determinar la interactividad del proceso de solución. Es importante señalar que las soluciones encontradas no siempre van a determinar que esta sea óptima, pues puede llegar a ser factible más no óptima, según las condiciones del problema a resolver.

Un procedimiento lógico de estos algoritmos es como se plantea en la figura 2.

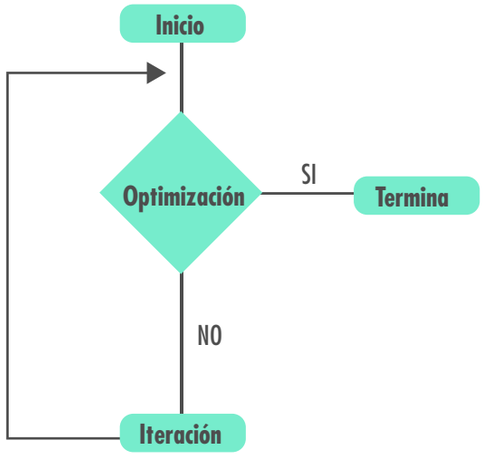


Figura 2. Funcionalidad del algoritmo
Fuente: Elaboración Propia

Donde se parte de una situación inicial para la solución del problema y que en forma interactiva va recorriendo cada vértice del polígono de soluciones hasta encontrar la solución ideal, llamada solución óptima.

Estos modelos se caracterizan porque tienen una serie de restricciones según las condiciones del problema que permiten la mejor utilización de los recursos. Ya que dichas variables estarán sujetas a la limitación de estos recursos.

Dentro de las restricciones que se tienen, la más relevante de todas es aquella donde se especifica que dichas variables a contemplar en la solución del problema deben ser no negativas o sea que deben ser mayores o iguales a cero. Por ejemplo, en un problema de producción no podemos hablar de productos negativos, o llevar un número negativo de bultos de café.

Fuera de esta restricción se presentan otro tipo de restricciones según los problemas como por ejemplo de tiempo, mano de obra, materiales, materia prima, insumos, capital de trabajo, tasas de rendimiento, tasas de interés, activos financieros,

entre otros. Estas restricciones pueden ser funciones de los tipos variables controlables y no controlables. Entendiéndose por controlable aquellas variables que maneja el gerente o dirección y no controlable aquellas variables que no puede manejar la dirección como las fuentes externas.

Podríamos resumir diciendo que en los problemas de optimización se busca el valor de unas variables que lograrán la optimización de una función planteada, y que se pueda resolver por los métodos de optimización restringida existentes.

1.2.4. Modelos de simulación

Los modelos estocásticos se caracterizan por la incertidumbre que los contiene, donde el objetivo es la disminución del riesgo; el principal modelo en este caso es el de la simulación.

Un modelo de simulación es la abstracción de un problema real en uno similar mediante técnicas algorítmicas, de tal forma que este modelo al simularse sea lo más cercano posible a la situación real; con el objetivo que sus resultados sean los mejores; o por lo menos que se puedan corregir las anormalidades que presente.

Existen muchos tipos de simulaciones, por ejemplo la física; es el caso de las tripulaciones de las naves especiales quienes dentro de las condiciones especiales en la tierra se les reproduce un ambiente sin gravedad; o en arquitectura cuando en una maqueta se recrea el uso para un cierto espacio; o en el teatro cuando el artista repite los gestos y las actitudes de algunos personajes históricos.

La idea básica de la simulación es la construcción de un esquema experimental de una situación real, o simulador, que actuará como el sistema de interés en ciertos aspectos importantes de una manera rápida y redituable.

1.2.4.1. Objetivo de los modelos de simulación

El objetivo de cualquier modelo de simulación es crear un entorno en el cual se pueda obtener información sobre posibles acciones alternativas a través de la experimentación. Estas técnicas se han llevado a todo tipo de campo, como por ejemplo:

- Prueba de medicina en animales de laboratorio.
- Manejar automóviles en pruebas de pistas
- Pruebas de diseños de aviones
- Entrenamiento de pilotos de aerolíneas

Se puede afirmar que la simulación es la representación abstracta de una situación real, mediante un procedimiento experimental y un modelo matemático. Teniendo en cuenta que los modelos de investigación de operaciones se basan en modelos matemáticos y como la simulación es uno de ellos, guarda

cierta similitud con las optimizaciones, a pesar de que usan modelos cualitativos basados en conceptos muy diferentes.

Podemos decir de los modelos de simulación, frente a la optimización:

- En un modelo de optimización el valor de las variables de decisión son los resultados; esto es, el modelo proporciona un conjunto de valores para las variables de decisión que maximiza o minimiza los valores de la función objetivo.
- Mientras que para la simulación se tiene, que el valor de la variable de decisión son datos de entrada. Es decir que la función a simular está relacionada con los valores de entrada.

1.2.4.2.Uso de la simulación

La simulación generalmente se usa en los siguientes casos:

- Cuando no existe un procedimiento analítico para resolver un problema.
- Cuando para una situación solo se tiene un modelo aproximado.
- Cuando existe el procedimiento, pero es muy dilatado o muy costoso y se requiere sacrificar precisión para tener una solución más rápida.
- Cuando sea muy traumático experimentar con el sistema real o peor aún, cuando no sea prudente exponerse al procedimiento, si los resultados fueran desfavorables.

1.2.4.3.Simulación versus pronóstico

La simulación no es un proceso de pronóstico; por ejemplo, aplicada a un sorteo de la lotería, no anticiparía el número ganador.

Sin embargo, si es para un proceso real de una actividad productiva o administrativa, donde, por un lado, se observan en la realidad sus resultados y por otro lado sus impactos en la actividad operativa; para posteriormente recopilar las cifras obtenidas. En la simulación se puede contar como un tercero; donde tanto los datos de unos como los de otros, se pueden relacionar, pero diferenciando cuál conjunto de resultados proviene de la realidad y cuál de la simulación.

1.2.4.4.¿Por qué son importantes los modelos de simulación?

Los modelos de simulación son importantes en los siguientes casos

- En ocasiones, puede ser difícil o imposible obtener modelos analíticos, dependiendo de factores de complicación. Un factor de complicación significa que depende del modelo específico. Entre los factores de complicación para modelos de presupuesto de capital se incluye la demanda aleatoria; los factores de complicación para modelos de línea o cola de espera que son variables aleatorias no exponenciales, mientras que los factores de complicación para modelos de inventarios son múltiples puntos o ubicaciones de almacenamiento.

- Los modelos analíticos por lo general predicen solamente un comportamiento promedio o “estado estable” (a largo plazo). En modelos de la vida real es importante comprender la variabilidad posible en las medidas de desempeño, o la forma como varían las medidas de desempeño a corto plazo.
- La simulación hoy en día puede llevarse por una infinidad de programas, desde las hojas de cálculo Excel, Lotus, hasta los complementos de hojas de cálculo, Cristal Ball, @Risk, Risk Simulador; e incluso lenguajes de programación de computadores.

Los modelos de simulación se utilizan a menudo para analizar una decisión de bajo riesgo, esto es, un modelo en el cual el comportamiento de uno o más de los factores no se conoce con certeza. Por ejemplo, la demanda de un producto durante el mes siguiente, el rendimiento de una inversión, el número de camiones a ser descargados mañana entre 8:00 y 9:00 a.m. En estos casos el factor que no se conoce con certeza se considera como una variable aleatoria. El comportamiento de una variable aleatoria lo describe una distribución de probabilidad. Este tipo de simulación se conoce como simulación Monte Carlo, a causa de las ruletas de Monte Carlo, que se puede considerar como dispositivo para generar eventos inciertos o aleatorios.

Existen múltiples aplicaciones de la simulación de Monte Carlo para encontrar una aproximación a la solución de un problema dado. A partir de Monte Carlo se puede determinar ¿cuál sería el riesgo de una inversión?, ¿cuál sería el resultado de las utilidades en un futuro de una empresa?, ¿cuál sería el pronóstico de ventas de una empresa en un periodo dado?, ¿Cuál sería el portafolio de inversión en activos más conveniente a invertir en el mercado bursátil? Y así otra serie de circunstancias que se presentan en el mundo de los negocios globalizados.

1.2.4.5.La estructura financiera de una empresa

Tenemos que los componentes financieros de una empresa son el estado económico o de resultados, el flujo de efectivo y el balance general.

El estado de resultados representa las pérdidas o ganancias que las empresas obtienen en un periodo dado.

El balance reporta la posición patrimonial de una empresa en un momento determinado. El lado izquierdo representa las inversiones de la empresa en activos y el lado derecho la forma como estos se financiaron; ya sea mediante fondos solicitados en préstamos o mediante capital aportado por los accionistas.

Al realizar estas consideraciones estamos hablando de lo que comúnmente se llama la estructura financiera de una empresa.

La ecuación que se tiene de los activos igual a la suma de los pasivos totales más el patrimonio, donde estos últimos tienen un valor representativo en el riesgo de la deuda que es mucho mayor al riesgo del capital, ya que los intereses que causan los compromisos financieros de corto, mediano y largo plazo, en caso de quiebra tendrían prioridad sobre el valor de los activos disponibles

de la empresa. En cambio, los dividendos que se generan como valor para los accionistas son derechos secundarios sobre el flujo de efectivo que disponga la empresa, luego son menos riesgosos que los de la deuda.

Otro componente importante a analizar es el capital de trabajo, que es la diferencia entre los activos corrientes y los pasivos corrientes de corto plazo. En ese proceso intervienen una serie de activos de trabajos, como dinero en efectivo, los inventarios y créditos, que la firma concede a sus clientes y de esta misma manera cuando la empresa compra inventarios obtiene financiamiento de sus proveedores. También la empresa mantiene deudas de corto plazo con el fisco y a veces con los bancos.

Todo este sistema, a pesar de ser información de un periodo ya causado donde se refleja el estado de la empresa durante ese periodo, se debe analizar con el fin de identificar las fortalezas y debilidades en la toma de decisiones realizadas por la administración. Sin embargo, es importante mantener unas prospectivas de cómo la empresa puede sufrir riesgo de descapitalización o cómo puede mejorar aún más sus rendimientos y apalancamientos financieros para brindar a sus socios estabilidad en sus inversiones y una mayor capitalización de sus acciones. Toda esta situación se puede analizar a través de la simulación de Monte Carlo practicada en los software del Crystall Ball o Risk Simulador, entre otros, por las herramientas poderosas que estos poseen para analizar los riegos y las incertidumbres en un futuro de la actividad comercial o productiva de una empresa, según los indicadores microeconómicos y macroeconómicos de la economía en general del país.

1.2.4.6.Decisiones financieras de una empresa

En el desarrollo de la gestión de las empresas se plantean situaciones relacionadas con alternativas cuantificables en términos económicos y financieros, a las cuales se les pueden asociar una serie de beneficios netos o egresos netos de capital. Estos recursos se pueden llevar al futuro, lo cual implica decisiones con cierto nivel de incertidumbre. En algunos casos, estos movimientos o transiciones son difíciles de analizar en términos de recursos monetarios; ya que se tendría que cuantificar algunas variables que no se podrían contar, como es el caso de la ética, la moral, lo político y lo económico.

Muchas decisiones desde el punto de vista económico y financiero son rechazadas o aceptadas por los gerentes que toman la decisión final. Esto se hace muchas veces porque van en contravía de la inversión como tal, es el caso de un proyecto de inversión donde el analista del proyecto solamente tiene en cuenta factores económicos y financieros pero la decisión del gerente es diferente mirando otros objetivos; sin embargo, el proyecto no es que sea inviable, sino que se pretende favorecer otras condiciones socio económicas.

Figura 3. Esquema y estructura de un modelo financiero
Fuente: Elaboración Propia

1.2.4.7.¿Cómo crear modelos efectivos de simulación financiera?

Los problemas que se presentan en las empresas se pueden analizar a través de las técnicas de la simulación Monte Carlo; herramienta importante para evaluar las diferentes situaciones que se presentan en cualquier proceso de gestión administrativa.

Para ello se tiene que la idea principal de la simulación es la construcción de un dispositivo experimental o experimentador que actuará como (simulador) el sistema de interés, en ciertos aspectos importantes de una manera rápida y reducible.

También podemos decir que el propósito de la simulación es imitar el mundo real a partir de la utilización de un modelo matemático que permita estudiar las propiedades y características de la situación a analizar, para generar conclusiones y tomar decisiones basados en los resultados. Para formular un buen modelo de simulación financiera se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Identificar la problemática que se desea representar de la empresa según su estructura financiera.
- Diseñar y construir el modelo determinístico del problema o situación a analizar.
- Identificar las variables críticas a analizar.
- Definir las distribuciones de probabilidad de las variables aleatorias.
- Construir el modelo de simulación.
- Realizar la simulación.
- Analizar los resultados.
- Revisar informes complementarios.

Los tres primeros procedimientos son los más relevantes, es de esperarse que las variables de más alto impacto obtenidas en el análisis de sensibilidad sean a las que se les definen distribución de probabilidad para utilizarlas en el modelo de simulación y se continúa con los demás hasta el octavo.

1.2.5. Modelos de proyección

Un modelo de proyección es aquel que busca obtener la tendencia de unos recursos, con el fin de ver los posibles resultados de estos en un futuro. Ejemplo, la estimación de las ventas para un determinado producto en un momento dado de tiempo. Este modelo se puede plantear como determinístico y como estocástico según la complejidad de la demanda a que va dirigida.

Existen varios tipos de modelo de proyecciones como el promedio simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, regresión lineal, regresión múltiple, variación estacional cíclica, variación estacional con tendencia, modelos econométricos, Arima, Garch, Logit, entre otros.

02

CONCEPTO BÁSICO DE ESTADÍSTICA

La estadística tiene que ver con la recopilación, presentación, análisis y uso de datos para tomar decisiones y resolver problemas, desde el punto de vista determinístico y desde el punto de vista estocástico.

2.1. MEDIOS DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Cualquier persona recibe información en forma de datos a través de los periódicos, la televisión u otros medios; y en ocasiones es necesario obtener alguna conclusión a partir de la información contenida en los datos, con la cual se realiza estimaciones de tendencia, pronósticos y análisis de comportamiento desde un punto de vista estático, para fundamentar proyectos de inversión, otra forma es la concerniente a estimaciones futuras mediante pronósticos y proyecciones a corto y mediano plazo en las empresas y negocios con miras a realizar planificaciones de las inversiones de acuerdo con sus resultados operacionales.

Los tipos de estadísticas más relevantes a tener en cuenta en los análisis de las inversiones son la estadística descriptiva y la inferencial , pues son esenciales para evaluar el comportamiento de la información financiera y económica de los diferentes hechos que transcurren en el mundo de los mercados.

2.2. VARIABLES ALEATORIAS

Dentro de las variables que presenta el mundo financiero, se puede decir que la mayoría de ellas son aleatorias, es decir variables cuyas dimensiones dependen del grado de incertidumbre que representan, de acuerdo con el entorno que la rodea. En otras palabras, esta variable mide cuanto fluctúa en el tiempo la variación del dato analizar y que puede tomar uno o diferentes valores. Por ejemplo, si una variable cumple la siguiente condición 3x=2, entonces la variable necesariamente tomará el valor de 2/3 entre todos los valores reales.

También es posible que exista variable aleatoria estocástica, es un dato que puede tomar varios valores, cada uno con una probabilidad previamente definida. Cuando esa variable toma un valor determinado se denomina realización de la variable aleatoria.

Es decir, en el caso del experimento de lanzar una moneda al aire, X es la variable aleatoria que toma los valores cara o sello. Entonces decimos que la variable X tiene dos posibles realizaciones.

2.3. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

2.3.1. Distribución de probabilidad de una aleatoria discreta

Sea f(x) una función de distribución probabilística, conocida como la función de densidad discreta, obtener x, que puede tomar una variable aleatoria discreta “X”. Para una variable aleatoria discreta X tenemos que.

$$f(x) = P(X = x)$$

Donde f(x) debe cumplir que:

$$0 \leq f(x) \leq 1$$

$$\sum_{\text{todos los x}} f(x) = 1$$

Nótese que esta última condición implica que si una variable aleatoria discreta puede tomar un número q de valores, cada uno con la misma probabilidad, entonces la probabilidad de cada uno de los valores es de 1/q.

2.3.2. Distribución de probabilidad de una aleatoria continua

Sea f(x) conocida como la función de densidad continua, es una función asociada a la variable aleatoria continua X, tal que:

$$\int_a^b f(x)dx = p(a \leq x \leq b)$$

Donde f(x) debe cumplir que:

$$f(x) \geq 0$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$$

La función de densidad continua nos facilita la obtención de las probabilidades, de tal forma que esa variable aleatoria continua se pueda localizar un determinado rango.

2.3.3. Ejemplo de función densidad discreta

Supóngase que la oficina de estudios económicos de una entidad financiera conoce que existe una probabilidad de 0.2 de que la economía colombiana presente una recesión en el siguiente periodo. Además, se espera que la probabilidad de que la economía espere un auge sea de 0.5 y se espera que la economía sea normal con una probabilidad de 0.3. Por otro lado, se espera que el rendimiento real anual de los CDT será de -1.7 %, 1.2 % y 3.5 % en caso de que la economía experimente una situación de recesión normal o de auge, respectivamente. ¿Cuál es la función de densidad de los rendimientos? Grafíquela y analícela.

2.3.4. Ejemplo de función de densidad continua

Supóngase un concesionario de automotores está seguro de que la función de distribución de demanda por carburante mensual está dada por.

$$f(x)= \begin{cases} \frac{1}{40000} & \text{si } 10000 \leq x \leq 50000 \\ 0 & \end{cases}$$

Donde x corresponde a la cantidad de litros de carburante demandado en el mes y o en el caso otros casos. Encontrar la probabilidad de que este mes sean demandados a) Exactamente 30000 litros, b) por lo menos 40000 litros y c) entre 20000 y 30000 litros.

2.4. HISTOGRAMAS Y POLÍGONOS DE FRECUENCIA COMO ESTIMADORES DE LAS FUNCIONES DE DENSIDAD

Se ha considerado hasta ahora la posibilidad de representar la función de densidad de una variable aleatoria discreta y continua. Pero en la práctica no conocemos cuál es la función de distribución de algunas variables. Por ejemplo, si la variable aleatoria fuera una que tomará el valor de $ 500 si la cara superior después de tirada una moneda fuera sello, y $ 1000 en caso contrario, entonces sabemos con certeza que cada uno de los posibles valores tiene una probabilidad de 0.5, por lo tanto podemos construir la función de densidad discreta correspondiente. Ahora, supongamos el caso que se desea conocer la función de distribución de los rendimientos diarios de la tasa de cambio representativa del mercado TRM, para Colombia. Es decir, queremos saber la función que permite determinar cuál es la probabilidad de que los rendimientos estén en dos números a y b. En este caso no existe forma alguna de saber a priori cuál es la distribución real (población) de los rendimientos. Para podernos aproximar a conocer la distribución real podemos utilizar un gráfico denominado histograma.

2.4.1. Histograma

Es un gráfico donde se puede observar la frecuencia con que ocurren (o se presentan) los eventos de una muestra en determinado intervalo (clase). Podemos decir que es un gráfico que evidencia cuántas observaciones de una muestra se encuentran en determinado intervalo. En la práctica estos histogramas se pueden calcular por medio del Excel.

2.4.2. Polígono

Este gráfico es similar al histograma, que básicamente corresponde a un histograma que en vez de emplear barras para mostrar las frecuencias, utiliza líneas rectas para unir los puntos medios de cada una de las barras del histograma.

2.5. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Las medidas de tendencia central de una población permiten localizar el centro de la distribución de esta. Las principales medidas empleadas de tendencia central de una población son la mediana, la media o valor esperado.

2.5.1. Mediana poblacional y su estimador

La mediana poblacional de una variable aleatoria corresponde al valor tal que el 50 % de los posibles valores están por encima de él y el 50 % están por debajo. En la práctica es imposible determinar a priori cuál es la mediana de una variable aleatoria, así que debemos estimarla. La forma más sencilla de hacer esta estimación a partir de una muestra es emplear el valor de la muestra tal que el 50% de los datos se encuentra por debajo y el 50% por encima de esta. Una forma de estimarla es organizar los datos de menor a mayor y escoger el que divide la muestra en dos. Este procedimiento lo hace automáticamente Excel mediante la función mediana (rango de datos).

2.5.2. Media poblacional y su estimador

La media poblacional conocida como valor esperado, esperanza matemática o primer momento de la distribución de una variable aleatoria es:

Si se trata de una variable aleatoria discreta:

$$E(X) = \sum_{\text{todos } x_i} x_i \, p(X = x_i) = \sum_{\text{todos } x_i} x_i \, f(x_i)$$

Si se trata de una variable continua:

$$E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

El valor esperado, también conocido como el operador de esperanza matemática, es un operador lineal que posee propiedades muy útiles para las finanzas.

- E(c) = c, donde c es una constante, o una variable no estocástica.
- E (aX + b) = aE(X) + b, donde a y b son constantes y X es una variable aleatoria.
- E (g(X) diferente a g (E(X)), donde g () es cualquier función. La única excepción de esto es cuando g () es una función lineal.

2.5.3. Media ponderada

El promedio aritmético es el resultado de dividir el total de una muestra entre el número total de la muestra. Pero no tiene en cuenta la importancia de cada valor respecto del total. En finanzas acostumbramos a utilizar con frecuencia la "media ponderada", que nos permite tener en cuenta la importancia de cada valor con respecto al total.

Supongamos que está evaluando un negocio y no sabe realmente cuáles serán los futuros rendimientos. Sin embargo, por la experiencia del pasado en otros negocios similares puede tener una idea acerca de cuáles pueden ser las probabilidades de ocurrencia de los futuros rendimientos.

ESCENARIO	RENDIMIENTO	PROBABILIDAD
Éxito	20%	30%
Normal	15%	60%
Fracaso	-10%	10%

Pero, ¿cuál es el rendimiento esperado del primer año?

Rendimiento esperado= 0.20*0.30 + 0.15*0.60 + -0.10*0.10 = 0.14

La expresión matemática del valor esperado es:

$$E(x) = \sum p(x) * x_i$$

2.5.4. Análisis de correlación

Modelo de correlación entre dos activos financieros.

La correlación es una medida estadística que indica la relación de dependencia entre dos variables, para lo cual se deben tener cuenta los parámetros que se enuncian a continuación.

Características:

a. Esta relación o dependencia no implica causalidad, es decir, la relación es un indicador, no un modelo.

b. Las correlaciones (y las covarianzas) deben analizarse en un contexto de portafolio, es decir, el rendimiento de un activo es correlacionado si

se mueve con respecto al rendimiento de otro activo que sostendría un inversionista.

c. La covarianza tiene el problema de que su valor depende de las unidades en que estén expresadas las variables. Una manera de corregir este problema es utilizar la correlación, cuya fórmula es:

$$\rho(xy) = \frac{Cov(R_x R_y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

Donde ρ(x,y) es la correlación, la cual fluctúa entre -1 y 1, dependiendo de si la relación es perfectamente negativa o positiva, en lo que respecta. Cuando ambas variables son independientes la correlación es cero, ello se puede presentar sí.

Los rendimientos de los activos son individuales y conjuntamente estacionarios, es decir que las correlaciones no saltan en el tiempo.

Cuando el coeficiente de correlación es igual a 1 es una correlación positiva perfecta, quiere decir que las dos variables se incrementan o disminuyen en perfecta sincronía, cuando es -1 la correlación es negativa perfecta, las variables se desplazan en direcciones exactamente opuestas. Un coeficiente de correlación igual a cero significa que los cambios en una de las variables no dependen de los cambios de la otra.

Los rendimientos de los activos deben ser normales y multivariados. No es suficiente que cada uno de los rendimientos, por separado, sea normal y estacional. Si no se cumplen estas reglas los riesgos son:

a. Cuando el horizonte es pequeño comparado con el número de variables que integran la matriz de correlaciones, hay una alta probabilidad de que esa matriz sea aleatoria, es decir, que se refleje únicamente el ruido.

b. Que las correlaciones no existan. El cálculo de estas estimaciones inexistentes es una de las causas de la inestabilidad de la matriz varianza covarianza, sobre las que se basan las principales críticas a los modelos de optimización de cartera.

Adicionalmente, los datos de las correlaciones tienen diversas características que se deben tomar en cuenta para estimar el riesgo del portafolio. Por un lado, las correlaciones no solo cambian en el tiempo, también son muy inestables y en ocasiones los cambios son rápidos y drásticos. Además, los resultados de las estimaciones son dependientes del tamaño de los datos que se utilicen y de la frecuencia de los mismos.

Cuando las volatilidades aumentan las correlaciones se fracturan y tienden a +1. En estas circunstancias la diversificación del portafolio tiene poca protección para el control del riesgo. Para estimar el Var se sugiere utilizar los mejores cálculos de correlación y evaluar el riesgo del portafolio en el caso de que las correlaciones salten.

Ejemplo:

Supongamos que tenemos los precios de dos acciones distintas para un periodo de 30 días determinar la rentabilidad de cada una, su varianza, desviación estándar, covarianza y coeficiente de correlación.

Días	Precios Acción A	Precios Acción B
1	7600	2585
2	7580	2580
3	7760	2600
4	7790	2565
5	7530	2555
6	7740	2610
7	7800	2630
8	7630	2584
9	7420	2570
10	7650	2615
11	7750	2581
12	7440	2490
13	7421	2480
14	7652	2530
15	7950	2625
16	7863	2583
17	7865	2592
18	7868	2601
19	7879	2573
20	7900	2502
21	7902	2492
22	7915	2554
23	7860	2560
24	7888	2596
25	7905	2614
26	7932	2620
27	7934	2624
28	7920	2627
29	7942	2634
30	7955	2628

De acuerdo con los precios relacionados se estimaron los estadísticos solicitados, obteniéndose los siguientes resultados:

Rentabilidad Acción A	Rentabilidad Acción B
-0,002635048	-0,001936109
0,023469135	0,007722046
0,003858526	-0,013552966
-0,033945818	-0,003906255
0,027506646	0,021297998
0,007722046	0,007633625
-0,022035888	-0,01764526
-0,027908788	-0,005432687
0,030526591	0,017358199
0,012987196	-0,013087177
-0,040821995	-0,03589421
-0,00255703	-0,00402415
0,030653233	0,019960743
0,038204877	0,036861593
-0,011003716	-0,016129382
0,000254324	0,003478264
0,000381364	0,003466208
0,001397092	-0,010823453
0,002661767	-0,027982121
0,000253133	-0,004004811
0,001643801	0,024575157
-0,006973087	0,002346501
0,003556011	0,01396454
0,002152853	0,006909816
0,00340974	0,002292703
0,000252111	0,001525553
-0,001766116	0,00114264
0,002773927	0,002661093
0,001635529	-0,002280503

Rentabilidad	0,16 %	0,06 %
Varianza	0,03 %	0,02 %
Desviación estándar	1,77 %	1,52 %
Covarianza	0,02 %	
Coeficiente Correlación	0,698504652	0,6985

Al realizar la estimación de la rentabilidad de cada acción según periodo, se estimó la rentabilidad promedio de cada una para un periodo de 30 días, del 0.16 % para la acción A y 0.06 % para la acción B. Por lo cual, se obtiene una mejor rentabilidad con la acción A. En cuanto a la dispersión de los datos es relativamente baja con respecto a la media, para la acción A es del 0.03 % y para la acción B del 0.02 %. En cuanto al riesgo, la acción A presenta mayor riesgo (1.77 %) frente a la acción B (1.52%); sin embargo, su diferencia es mínima en cuanto al riesgo. El coeficiente de correlación de 0.6985 nos indica que las acciones A y B conservan una relación positiva, es decir que las rentabilidades de ambas acciones siguen la misma tendencia. Es decir que el riesgo de tener las dos acciones en una misma cartera de inversión es el mismo que se corre al tenerlas por separado, por lo que no es posible aminorar el riesgo; por el contrario, si el coeficiente de correlación fuera negativo el riesgo disminuiría debido a que cuando la rentabilidad de una acción caiga la otra tendería a elevarse, lo cual permitiría reducir el riesgo asociado a dicha inversión.

Las correlaciones deben analizarse en un contexto de portafolio, es decir, el rendimiento de un activo es correlacionado si se mueve con respecto al rendimiento de otro activo que sostendrá un inversionista.

Al realizar el cálculo del coeficiente de correlación entre los dos activos mediante la función de Excel y la fórmula expuesta anteriormente vemos que dichos valores son iguales.

2.5.5. Análisis del coeficiente de determinación entre dos activos

El coeficiente de determinación es el cuadrado del coeficiente de correlación y mide el grado de independencia entre dos variables, el cual oscila entre 0 y 1, el cero muestra independencia y el uno lo contrario.

Ejemplo:

En el anterior ejemplo se tiene un coeficiente de correlación de 0.6985 que nos indica la relación que tienen las dos acciones en el mercado; al obtener el coeficiente de determinación nos da 0.4879, lo que indica que las dos acciones guardan cierta independencia según comportamiento del mercado.

Realizar los siguientes ejercicios:

- Tener en cuenta los datos anteriores del ejemplo y realizar el cálculo del precio promedio, varianza, desviación estándar, covarianza, coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y realizar su análisis respectivo mediante el Excel.
- Tomar la información de la bolsa de valores de los últimos 30 días de tres acciones cualquiera y realizar el mismo estimativo de los estadísticos del ejercicio anterior, mediante el Excel.

2.5.6. Medidas de dispersión y sus estimadores.

Las medidas de dispersión son aquellas que miden qué tanto se alejan los datos de su media central. Podemos decir que las medidas de dispersión sirven para estudiar la representatividad del valor central. También nos permiten determinar qué tan dispersos se encuentran los datos.

2.5.6.1.Amplitud de una variable

Es la medida de dispersión más sencilla, al tener en cuenta únicamente la diferencia de los dos valores extremos sin evaluar las medidas de tendencia central. Se estima realizando la diferencia entre el valor más pequeño y el más elevado de un conjunto de datos. La amplitud tiene la característica de ser muy fácil de estimar y tiene igual unidad de medida que la variable que se analiza. La amplitud no registra el número de datos de la muestra estadística, tan solo toma el valor máximo y el mínimo. También se llama rango la diferencia entre un valor máximo y valor mínimo posible. El rango de una muestra se puede calcular mediante la función de Excel "=Max ((Rango de Datos)" – Min (Rango de Datos))"

2.5.6.2.Varianza

Se llama así a la diferencia entre la media y los valores de los datos elevados al cuadrado. Es una medida del grado de dispersión de los datos en relación con el valor de la media.

Varianza (S2 o σ2): Su valor se obtiene al estimar la suma total de las diferencias al cuadrado y dividirla entre el número total de la muestra; teniendo en cuenta que una es submuestra y la otra es la población total.

$$S^2 = \frac{\sum_j^n=1 (x_j - \bar{x})^2}{n-1} \circ \sigma^2 = \frac{\sum_j^n=1 (x_j - \mu)^2}{N}$$

Al estudiar la varianza tendremos dos tipos; la muestral que es la S mayúscula, y la poblacional que es el sigma (σ). La diferencia entre las dos muestras es que la primera analiza una submuestra tomada de la población en general y la última lo hace sobre la población total; además, se ve en la fórmula, que la muestral se divide por n-1 con el fin de ver su tendencia de acuerdo a su espacio muestral y la población como tamaño total de esta (N).

La varianza de una variable aleatoria denotada por Var(x) es la medida de dispersión la más empleada, y se define como:

$$Var(x) = E[(X - \mu)^2]$$

Para el caso de una variable aleatoria discreta tendremos que:

$$Var(x) = \sum_{todos\ x} E[(X-\mu)^2]\ f(x)$$

Para el caso de una variable aleatoria continua tendremos que

$$Var(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2\ f(x)dx$$

La varianza es una medida de la dispersión de la distribución.

Si analizamos la varianza desde un punto de vista de inversión de portafolios es una medida de dispersión de los posibles resultados. Es una medida "cuadrada" de la volatilidad que nos indica cuánto puede variar los rendimientos por encima y por debajo del promedio de los rendimientos.

Lo calculamos mediante la diferencia entre los rendimientos observados y el rendimiento promedio elevado al cuadrado, cuanto mayor sea la varianza más dispersos estarán los rendimientos observados.

Ejemplo: supongamos que una inversión tuvo rendimientos de 10 %, 15 % y -4 % durante los últimos tres años.

Calculamos el rendimiento promedio:

	10%
	15%
	-4%
Rendimiento promedio	**7%**

Lo cual nos da un rendimiento promedio del 7 % entre los tres activos.

Mediante la siguiente tabla vemos cómo se calculan los desvíos respecto al promedio (X-R), en la última columna aparecen las diferencias elevadas al cuadrado.

Rendimiento observado	Rendimiento promedio	Desvío	Desvío al cuadrado
0,1	0,07	0,03	0,0009
0,15	0,07	0,08	0,0064
-0,04	0,07	-0,11	0,0121
Total		0	0,0194

La suma de los desvíos es igual a cero cuando todos los resultados tienen la misma probabilidad de ocurrencia; ahora podemos calcular la varianza dividiendo por el número de rendimientos observados menos uno (3-1).

Varianza = 0.0194/(3-1) = 0.0097.

Luego, podemos calcular la desviación estándar.

Desviación estándar = raíz (0.0097) = 0.098.

Así obtenemos una medida que está en las mismas unidades que el rendimiento.

2.5.6.3.Desviación estándar

La desviación estándar se considera como la raíz cuadrada de la varianza.

Al igual que la varianza, es una medida de qué tan lejos se encuentran los datos de la media, lo cual ayuda a ver qué tan dispersos están los datos para realizar los ajustes necesarios.

Por ejemplo, para estimar la desviación estándar de los valores 11, 13, 16, 17, y 19 se puede lograr extrayendo la raíz cuadrada de la varianza como se indica a continuación.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n} (x_j - \bar{x})^2}$$

Luego la desviación estándar del anterior ejemplo es la raíz de 40.8 = 6.38. Obsérvese la importancia de los dos parámetros, varianza y desviación estándar en el siguiente ejemplo:

Cálculo de la Varianza y Desviación Estándar

Escenario	p(x)	Rendimiento	p(x)*Ren	Des.St	Des.St cuad.	Desvío al cuadrado por p(x)
Éxito	30%	20%	6%	6%	0,3600%	0,1080%
Normal	60%	15%	9%	1%	0,0100%	0,0060%
Fracaso	10%	-10%	-1%	-24%	5,7600%	0,5760%
Total			14%			0,6900%
Varianza						0,6900%
Desviación estándar						0,0830662

Se utiliza la desviación estándar como medida de dispersión por estar expresada en las mismas unidades que el rendimiento esperado.

Si utilizáramos que los rendimientos se distribuyen normalmente, estos podrían ubicarse entre (14% + 8.3%) = 22.3% y (14% - 8.3%) = 5.7% con un 68% de probabilidad por ubicarse dentro de un desvío estándar.

Segundo ejemplo:

Supongamos que existen dos acciones A y B y tres posibles escenarios de acuerdo con su probabilidad económica (es decir se asignan probabilidades de ocurrencia a cada escenario).

¿Cuáles son los rendimientos esperados y las desviaciones estándar para estas dos acciones comunes?

Escenario	p(x)	Rendimiento acción A	Rendimiento acción B
Éxito	10%	-20%	30%
Normal	60%	10%	20%
Fracaso	30%	70%	50%

Solución:

E(Ra) = 0.1*-0.2 + 0.6*0.10 + 0.30*0.70 = 25%

E(Rb) = 0.1*0.3 + 0.60*0.20 + 0.30*0.50 = 30%

$\sigma_A^2 = (0.10 \times (-0.20 - 0.25)^2 + 0.60 \times (0.10 - 0.25)^2 + 0.30 \times (0.70-0.25)^2 = 0.0945$

$\sigma_B^2 = (0.10 \times (-0.30 - 0.3)^2 + 0.60 \times (0.20 - 0.3)^2 + 0.30 \times (0.50-0.3)^2 = 0.0180$

$\sigma_A = \sqrt{0.0945} = 30.74\%$

$\sigma_B = \sqrt{0.0180} = 13.42\%$

2.5.6.4.Desviación media

Con este parámetro podemos ver qué tan disperso se encuentra un conjunto de observaciones respecto al valor central de estos, para ello estimamos qué tan distante está cada observación con respecto a su media.

5	2	4
4	1	2
3	3	2
2	6	4
2	3	4

Se calcula la suma total de los datos que es igual a 47 y luego calculamos la media del total de los datos, dando como resultado 3,133. Si analizamos el primer dato que es cinco, vemos que este se aleja de la media al tener una diferencia entre el dato y la media de 1,866 y se desplaza más a la derecha de la línea central.

En el caso del segundo dato, la diferencia es de -1,1337, esto significa que se desplaza más hacia la izquierda de su media aritmética, X = 3,133.

Por esto, entendemos que los datos en encuentran agrupados al lado izquierdo de su valor medio, de -7,33, si es positivo la suma significa que están agrupados a la derecha respecto a la media 7,33. Si sumamos los datos positivos y negativos vemos que estas diferencias son iguales a cero y diferencia con respecto a la media no existe, luego desaparecen las dispersiones:

$$\sum_{j=1}^{n} (x_j - \bar{x}) = 0$$

Para responder a la pregunta de ¿qué tan disperso están los datos respecto a la media aritmética?, recurriremos nuevamente al promedio simple. Con el fin de obtener una expresión matemática de la dispersión, en lo referente a las diferencias positivas y negativas de tal forma que estas no se anulen, se planteará la siguiente reforma a la expresión matemática anterior que es realizar la diferencia en valores absolutos:

La distancia promedio sería de aproximadamente 1,022 que se obtiene de dividir el total de la suma de las diferencias por el total datos. A este valor promedio se le llama desviación media y significa que en promedio los datos se separan de la media en 1,022.

Se tiene que realizar la diferenciación entre los datos de la población y para ello se utilizaría la siguiente expresión matemática.

$$D_m = \frac{\sum_j^N = 1 \, |x_j - \mu|}{N}$$

2.5.7. Coeficiente de Variación

Generalmente es necesario establecer comparaciones de la dispersión, entre diferentes poblaciones que estén medidas en diferentes unidades (por ejemplo, una variable de una población medida en dólares y otra en pesos). El coeficiente de variación ofrece una medida de dispersión que está libre de medidas y por lo tanto permite realizar comparaciones. Este coeficiente se define como:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

El estimador natural de este coeficiente es dividir la desviación estándar muestral por la media muestral. Es decir, el coeficiente de variación muestral será:

$$CV_m = \frac{S}{\bar{x}}$$

Nótese que este coeficiente expresa la desviación estándar en proporción de la media. En la práctica, este coeficiente permite comparar la volatilidad de dos variables sin importar las unidades en que estas variables sean medidas.

2.5.8. Medidas de forma y sus estimadores

Esta medida es importante porque nos permite tomar decisiones de inversión entre diferentes activos o portafolios de inversión y esto implicará emplear modelos más o menos sofisticados para la medición del riesgo.

Una característica importante de las distribuciones son “las colas de distribución”, las cuales corresponden a la probabilidad de que ocurran los valores extremos. En otras palabras, las colas corresponden a las porciones de las distribuciones que se encuentran más a la izquierda (cola a la izquierda) y más a la derecha (cola a la derecha).

En general, cuando ambas colas de la distribución tienen igual longitud, diremos que la distribución es simétrica o no posee asimetría. Por otro lado, si la cola derecha es más larga que la izquierda, entonces la distribución tiene asimetría positiva.

2.5.8.1.Asimetría de serie de datos

La asimetría es un parámetro estadístico que nos indica cuál es el comportamiento de los datos con respecto a su línea central. Al analizar la asimetría vemos que existen tres formas de cómo hacerlo, y cada forma indica una situación diferente de las observaciones y cuánto están dispersas con respecto a un eje de asimetría. Se dice que la *asimetría es positiva* al tener un alto número de datos que están en la parte superior de la media, es *simétrica* cuando se distribuyen normalmente tanto en su parte superior en la inferior de su media y se conoce como *asimetría negativa* cuando posee una buena cantidad de datos que están por debajo de su media.

2.5.8.1.1 Coeficiente de asimetría

Posee la siguiente función matemática.

$$g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum (x_i - \overline{x})^3 * n_i}{\left(\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2 * n_i\right)^{\frac{3}{2}}}$$

La función a estimar representada como g_1, es lo que se llama el coeficiente de asimetría, y su variable X_i es cada valor de los datos; $\bar{x}$ el valor promedio de la muestra y n_i el número de frecuencia que se obtiene por cada valor. Los resultados de esta ecuación se interpretan:

$g_1 = 0$ décimos que el indicador es simétrico, es decir que posee valores en igual proporción tanto en la parte superior como inferior de su eje. Es difícil obtener esta condición, por lo cual se recomienda tomar los valores que se encuentren cercanos ya sean positivos o negativos (± 0.5).

Si $g_1 > 0$; significa que la curva es asimétricamente positiva ello nos indica que sus valores están concentrados más en la parte izquierda que en la derecha de la media.

Si $g_1 < 0$; significa que la curva es asimétricamente negativa y que sus valores están concentrados hacia la parte derecha de la media.

Si estos valores son altos tanto positivos como negativos, significa que es distancia que existe entre los datos y la media.

2.5.8.2. Coeficiente Curtosis

Esta medida determina qué tantos datos están ubicados en la región central de la función distributiva. A través de este *Coeficiente de Curtosis*; se pueden analizar tres situaciones muy importantes; primero, qué tan grande es la concentración de valores alrededor de la tendencia central, llamada *Leptocúrtica*; segundo, si la concentración de los datos no tiene ninguna tendencia con respecto al valor central o sea es normal, llamada *Mesocúrtica*; por último, qué tan baja es la concentración de los datos con respecto a su tendencia central y se llama *Platicúrtica*.

Para calcular el coeficiente de Curtosis se utiliza la ecuación:

$$g_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^4 * n_i}{\left(\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2 * n_i\right)^2} - 3$$

El parámetro g_2 es el coeficiente de Curtosis, X_i son los diferentes datos, $\bar{x}$ significa la media de la muestra y n_i es el número de frecuencias de cada valor. Valores estimados con esta expresión matemática se pueden analizar de la siguiente forma:

Si tenemos que $g_2 = 0$; nos indica que la distribución es Mesocúrtica: esto es similar a lo que ocurre con la asimetría, porque se tiene bastante dificultad para estimarla cuando es igual a cero, por ello se toman valores cercanos al rango ± 0.5 aproximadamente.

Si $g_2 > 0$; significa que la distribución es Leptocúrtica

Si $g_2 < 0$; significa que la distribución es Platicúrtica

Al obtener una distribución de los datos donde su coeficiente de asimetría es igual $g_1 = \pm 0.5$ y un coeficiente de Curtosis que se mueve en un rango de $g_2 = \pm 0.5$, se le llama Curva Normal. Esta afirmación es de gran importancia en la conceptualización en la inferencia estadística donde se pide que los datos sigan una distribución normal.

En el estudio de la función de distribución normal se tiene que con un nivel de confianza del 95 %, los valores de la muestra se encuentran dentro de este intervalo. Ello representa dos desviaciones estándar de la media; es decir que la media le sumamos y restamos la desviación, generándose un rango donde se mueven los datos y ese rango representa el 95 % de las veces.

03

MODELOS FINANCIEROS

3.1. FUNDAMENTACIÓN

La fundamentación teórica de los modelos se da a partir de dos tipos de variables, las financieras y las estadísticas, sobre las cuales se medirá sus impactos desde el punto de vista estático y dinámico, como se observa en la figura 4.

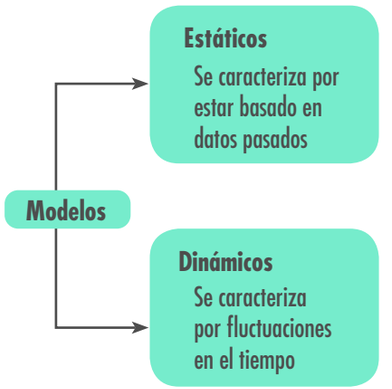


Figura 4. Estados de los modelos estáticos y dinámicos
Fuente. Elaboración propia

Entendiéndose por estático aquellos modelos producto de información histórica y cuyos resultados se lograron consecuencia de la gestión operativa de la empresa o negocio que los generó; y como dinámicos aquellos modelos que tienen efectos bastante inciertos y con altos efectos de incertidumbre para lograr unos óptimos resultados.

Una de las aplicaciones que contribuyen a la toma de decisiones en la gestión tanto operativa como administrativa de las empresas y organizaciones son los modelos financieros y que a continuación se ilustrarán.

3.2. CONCEPTOS BÁSICOS FINANCIEROS

Estos modelos surgen ante las necesidades de reinversión de las empresas y de nuevas propuestas hechas por inversionistas, para lo cual se consideran dos tipos de variables endógenas y exógenas que a su vez pueden ser manipuladas según necesidades del proyecto, con el fin de lograr la mayor eficiencia de estas y poder así obtener los mejores rendimientos.

Estas variables endógenas son los ingresos, ya sea por ventas o tarifas, gastos, costos, otros ingresos, niveles de financiación, niveles de inversión, tasa de descuento apropiada para el inversionista, rotación de cuentas por cobrar, rotación de inventarios, rotación de cuentas por pagar, tasa de ganancia marginal para determinar el precio del producto, servicio o comercialización, distribución de utilidades, nivel mínimo de efectivo para operar.

Todas estas variables pueden ser consideradas desde el punto estático, con el fin de determinar las tendencias de estas a futuro, ante los cambios sucedidos durante la gestión operativa de la empresa o entidad o inversión que se vaya a analizar. En muchos casos esta información es la llamada histórica. Al considerar las variables exógenas, que son aquellas que inciden en el comportamiento de las entradas y salidas de los flujos de efectivos de las empresas, entidades y proyectos de inversión y que provienen de movimientos externos según el entorno económico que las genera, llamadas macroeconómicas y microeconómicas, tenemos:

Tasa de interés local, constituida por las tasas de DTF, TCC, TES, CDT, acciones y fondos fiduciarios, y oros títulos valores. Otras como la tasa de inflación, (local y externa), la tasa de cambio, PIB (Producto Interno Bruto), niveles de ahorro, niveles de inversión por parte de locales y extranjeros, tasa de crecimiento sectorial, tasa de impuestos, tasa de riesgo de la inversión en el sector o beta;

> Uno de los indicadores más populares de riesgo en el mercado de valores es una medida estadística conocida como beta. Los betas miden la volatilidad de las acciones en relación al mercado, o más bien un índice representativo de éste como es el S&P 500 (Sanchez, 2016, pág. 1).

Tasa riesgo país que afecta las inversiones entendiendo;

> El riesgo país es un indicador sobre las posibilidades de un país emergente de no cumplir en los términos acordados con el pago de su deuda externa, ya sea al capital o sus intereses; cuanto más crece el nivel del "Riesgo País" de una nación determinada, mayor es la probabilidad de que la misma ingrese en moratoria de pagos o "default" (economia, 2018, pág. 1).

En muchas de las utilizaciones de la tasa riesgo país, se mide por el EMBI (Emerging Markets Bond index), creado por la firma internacional JP Morgan Chase; riesgo de la inversión en la ciudad o localidad, nación e internacional.

Tanto las variables endógenas como las exógenas tienen gran incidencia en el comportamiento de los modelos financieros, ya sean estáticos o dinámicos. Por ello es muy importante realizar un análisis exhaustivo de ellas antes de aplicarlas en los proyectos de inversión; negocios y transacciones financieras, como en los resultados de las gestiones operativas de las empresas.

3.3. MODELOS ESTÁTICOS

En las inversiones y negocios es necesario mantener un análisis tanto de lo que se hace como de los periodos anteriores, o periodos históricos, con el fin de evaluar comportamientos y posibles tendencias del mercado, así como decisiones erradas y acertadas.

Para ello se establecen modelos estáticos, son todos aquellos problemas que suceden en las inversiones que realizan tanto las empresas, organizaciones o inversionistas en general donde no se tiene en cuenta los cambios y fluctuaciones que sufren los dineros de las inversiones en un futuro.

Entre los principales modelos estáticos que analizaremos tenemos:

- Las perspectivas en los flujos de caja.
- Las perspectivas de flujo de caja medio de las inversiones.
- Recuperación de las inversiones según “Pay Back”
- Criterios de evaluación de las inversiones
- Casos especiales

De acuerdo con la estructura de los flujos de caja existen unas variables que influyen en el comportamiento de estos a través del tiempo, en este caso analizaremos lo relacionado a los hechos ocurridos en un lapso de tiempo.

Entre las variables tenemos:

Ingresos que están conformados a su vez por subvariables que dependiendo de las inversiones, empresas o tipo de negocios pueden ser, “X” que denota la cantidad de un producto o de consumo si es un servicio. Donde la otra variable es el valor del

producto ($) por unidad, denotado por “c” o si es una tarifa se denota por “T”, una forma de representar matemáticamente es $I = P_x X$; donde Px es el precio del bien y ¨x¨ la cantidad adquirida.

3.3.1. Perspectiva en los flujos de caja

Al examinar un flujo de caja de una inversión se tiene que considerar el flujo de caja total de la inversión y el flujo de caja medio de la inversión. Estas dos condiciones permiten tomar decisiones sobre ciertas inversiones, desde el punto de vista estático.

3.3.2. El flujo de caja total de la inversión

Consiste en dividir todo el flujo de caja de inversión entre la inversión inicial, es la relación beneficio/costo de la inversión.

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^{n} B_j}{I}$$

Obteniéndose el valor del flujo de caja por unidad monetaria, comprometida en la inversión, constituyéndose en una medida de rentabilidad. Este criterio o índice rentabilidad, mide el rendimiento de la inversión por unidad monetaria en un valor actual, es decir mide el valor creado por cada peso invertido; donde las mejores inversiones son aquellas cuyo criterio es mayor que uno. Es decir que la inversión se debe realizar siempre y cuando esta sea mayor de la unidad, de lo contrario no se estaría recuperando lo invertido.

Este criterio presenta los siguientes inconvenientes.

- No considera el momento en que se producen los diferentes flujos de caja, agregándose cantidades heterogéneas. Sin embargo, no se puede olvidar que los excedentes obtenidos periódicamente se pueden reinvertir. Aquí se consideraría que el valor presente neto es mayor que 1; sin embargo, si el valor presente neto es mayor que la inversión se tendría VPN > 0. Este criterio nos llevaría a cometer un error en el caso de proyectos mutuamente excluyentes, como se analiza en el siguiente caso.

		Inversión	Recuperación	VPN	VNA	IR
Proyecto A		($ 300)	$ 500	$ 154,55	$ 454,55	1,52
Proyecto B		($20.000)	$ 30.000	$7.272,73	$27.272,73	1,36
Tasa Descuento	10%					

En este caso ambos proyectos son viables porque son mayores que uno, y de los dos se seleccionaría el A por cumplir el criterio; sin embargo, el B es un proyecto con mejores atractivos por lo cual se estaría cometiendo un error. El proyecto A tiene un IR de 1,52 que significa que cada peso invertido genera $1,52 pesos, mientras que el proyecto B tiene un IR de 1,36.

- Otra consideración que induce a error este criterio, es que la rentabilidad de las inversiones se debe considerar en un horizonte temporal del tiempo, ejemplo de este caso.

FLUJO DE CAJA									
Inversión Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Suma Beneficios	IR	Orden
-250.000	20.000	50.000	50.000	60.000	70.000	85.000	335.000	1,340	3
-500.000	50.000	80.000	90.000	100.000	150.000	160.000	630.000	1,260	4
-1.000.000	200.000	300.000	350.000	350.000	360.000	360.000	1.920.000	1,920	1
-10.000.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000	2.800.000	2.560.000	2.670.000	15.530.000	1,553	2

En el caso del criterio se toma el total de las inversiones periódicas y se suma; situación que no considera los efectos de los cambios en el tiempo de la inversión. De acuerdo a ese criterio la rentabilidad mayor sería la del tercer proyecto.

3.3.3. El flujo de caja medio de la inversión

Es otro criterio para medir el rendimiento desde el punto de vista del valor medio del flujo de caja. Consiste en dividir la suma total de los beneficios por el total de periodos “n” y a ese valor medio resultante lo divide por la inversión.

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{B_j}{n}}{I}$$

Así, determina la misma respuesta en este caso por considerarse igual el horizonte de evaluación; sin embargo, posee las mismas inconsistencias del caso anterior.

3.3.4. Recuperación de la inversión según Payback

El payback es el periodo de recuperación de una inversión realizada por la empresa según proyecto; es decir para que esta recupere la inmovilización financiera realizada, según excedentes generados por el proyecto.

La expresión matemática sería:

$$Payback = I/B$$

Esto sería un valor de los beneficios constantes.

Ahora bien, si el proyecto no posee un flujo de caja constante el valor se estimaría acumulando las cuaesimaparte hasta que sea igual a la inversión inicial.

Este criterio nos determinaría una medida de liquidez más no de rentabilidad. En este caso la mejor inversión es aquella que tenga el menor tiempo de recuperación de la inversión; para un proyecto individual se podrá determinar su viabilidad cuando su payback sea inferior al payback máximo fijado por la dirección de la empresa, para aceptar un proyecto.

Este criterio es muy utilizado hoy en día para la toma de decisiones sobre inversiones en forma estática, sin embargo, tiene dos problemas. Por un lado, no considera lo que ocurre una vez determina la fecha de recuperación de la inversión. Por otra parte, tampoco tiene en cuenta lo que ocurre en cómo se generan los flujos anteriores a la recuperación. Sumando de esta forma cantidades heterogéneas.

3.3.5.Ejemplos

Dado un proyecto A que tiene el siguiente flujo de caja:

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-$ 15.000	$ 6.000	$ 7.000	$ 5.000	$ 6.500	$ 8.500

N°	Flujo			
0	($ 15.000)	($ 15.000)		
1	$ 6.000	($ 9.000)	Falso	0
2	$ 7.000	($ 2.000)	Falso	0
3	$ 5.000	$ 3.000	Verdadero	3
4	$ 6.500	$ 9.500	Falso	0
5	$ 8.500	$ 18.000	Falso	0

El periodo de recuperación de la inversión es el tercer año.

Comenzaremos por realizar un modelo sencillo sobre manejo de la hoja de cálculo de Excel donde se experimentará el uso de algunas funciones, de tal forma que se obtengan soluciones que contribuyan a la toma de decisiones.

Considérese el siguiente problema.

Los señores Emily y Bill Peterson han decidido establecer una empresa llamada, Xerox Copia; que instalará máquinas de autocopiado en los locales de sus clientes; Bibliotecas, Universidades, Preparatorias, Centros Comerciales, etc. Ellos han planeado mantener sus costos de capital en un nivel mínimo, alquilando copiadoras para uso pesado, provistas de un dispositivo adjuntos de autoservicio que funcionan con monedas. Además del costo de alquiler y otros gastos de la copiadora, Xerox Copias pagaría una cuota a la organización, cliente que le proporcionará espacio para instalarla. La cuota consistiría en un pago mensual fijo por alquiler del espacio. Como parte de su plan de negocios para Xerox Copia, Emily y Bill realizaron las siguientes suposiciones.

Número de copiadoras alquiladas:	40
Precio cobrado por copiadora (variable de decisión)	$ 0.50
Costo variable por copiadora (materiales y reparaciones, etc.)	$ 0.30
Tarifa de alquiler mensual espacio para copiadora (variable desic.)	$ 150
Otros gastos mensuales	
Costos de alquiler de la copiadora	$250
Trabajo de recolección de monedas por copiadoras	$ 35
Costos fijos diversos por copiadora	$ 50

Desarrollar un modelo en la hoja de cálculo que determine la rentabilidad de la empresa.

Los Peterson están considerando varios convenios alternativos sobre los pagos del alquiler de espacio para las copiadoras. Además de proponer la cuota fija de alquiler mensual de $ 150 por copiadora, podrían optar por ofrecer a sus clientes un pago más bajo por concepto de alquiler de espacio, más el pago de una comisión por cada copia realizada. Por ejemplo, una empresa cliente podría preferir que se le pagaran solamente $ 50 al mes por alquiler de espacio para cada copiadora, pero recibiendo el pago de una comisión de medio centavo por cada copia producida. En una tercera opción que ahora está en estudio, se recomienda un alquiler mensual fijo de $ 75, más el pago de un centavo de comisión por copia, que solo se pagarían por la parte del volumen mensual que rebasara una cifra límite determinada, por ejemplo de 20000 copias al mes. Antes de anunciar esos planes alternativos de alquiler, los Peterson desean hacer un comparativo de los volúmenes correspondientes al punto de equilibrio de su nueva empresa con las tres opciones.

Solución

Información inicial

Gasto mensual promedio por copiadora	
Costos alquiler mensual	$ 250,00
Costo de servicio por copiadora	$ 35,00
Otros costos fijos	$ 50,00
Gastos fijos por copiadora	$ 335,00

Tarifa de alquiler de espacio	$ 150,00
Ingresos y costos mensual	
Copias/Mes/Copiadora	30000
Ingresos	$ 60.000,00
Costo de bienes vendidos	$ 36.000,00
Contribución al Margen	**$ 24.000,00**
Costos generales y de Administración	**$ 19.400,00**
Ingresos Netos	**$ 4.600,00**
Número de copiadoras alquiladas	40
Precio cobrado por copia	$ 0,05
Costo variable por copia	$ 0,03
Margen por copia	**$ 0,02**

Informaciones por alternativas

Concepto	Alternativa I	Alternativa 2	Alternativa 3
	Cuota de alquiler fija	Cuota de alquiler más comisión	Cuota de alquiler más comisión pasando cierto límite
Copias/Mes/Copiadora	30000	30000	30000
Tarifa de alquiler de espacio	$ 150,00	$ 50,00	$ 75,00
Tarifa de la comisión		$ 0,005	$ 0,01
Comisión a partir de			20000

Cálculos

Ingreso Mensual	Sin Comisión	Con comisión	Con comisión sobre ventas límite
Ingreso	$ 60.000,00	$ 60.000,00	$ 60.000,00
Costo de los bienes vendidos	$ 36.000,00	$ 42.000,00	$ 40.000,00
Margen de contribución	**$ 24.000,00**	**$ 18.000,00**	**$ 20.000,00**
Costos generales y de administración	$ 19.400,00	$ 15.400,00	$ 16.400,00
Ingreso Neto	**$ 4.600,00**	**$ 2.600,00**	**$ 3.600,00**
Diferencia del alquiler del espacio			
Alternativas 1 y 2		$ 2.000,00	
Alternativas 1 y 3			$ 1.000,00

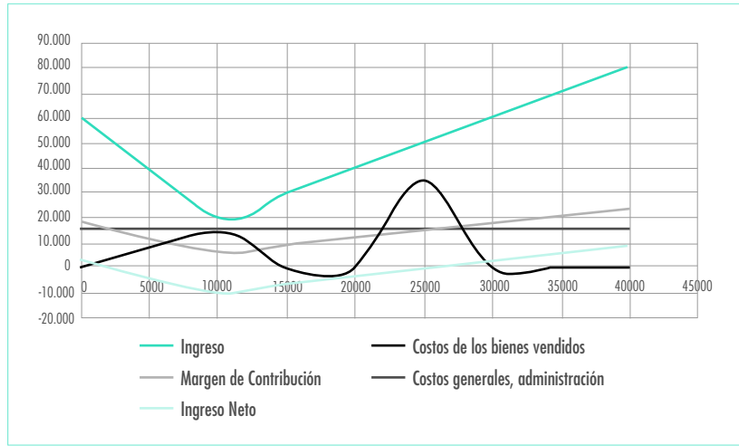
Mediante el uso de la herramienta del análisis de hipótesis en su opción Tabla de datos de Excel tenemos:

Alternativa 1

Copias/Mes/Copiadora	0	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
Ingreso	60.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000
Costo de los bienes vendidos	36.000	12.000	18.000	24.000	30.000	36.000	42.000	48.000
Margen de Contribución	24.000	8.000	12.000	16.000	20.000	24.000	28.000	32.000
Costos generales administración	19.400	19.400	19.400	19.400	19.400	19.400	19.400	19.400
Ingreso Neto	4.600	-11.400	-7.400	-3.400	600	4.600	8.600	12.600

Como resultado se obtiene una sensibilización de la alternativa 1 que corresponde al pago de una cuota fija de alquiler, observamos que ante variaciones desde 10000 copias a 40000 copias por fotocopiadora se tiene un aumento o disminución de los ingresos sin comisión, significativo en igual forma es el costo de los bienes vendidos, registrando una variación en el margen de contribución del negocio importante para la toma de decisiones, ya que al aplicar los costos generales y de administración el negocio comenzaría a ser viable percibiendo unas ventas mínimas de 25000 fotocopias que le daría un ingreso neto sin comisión de 600 pesos al mes.

Gráficamente se tendría el siguiente comportamiento.



Gráfica 1. Comportamiento alternativa 1
Fuente. Elaboración propia

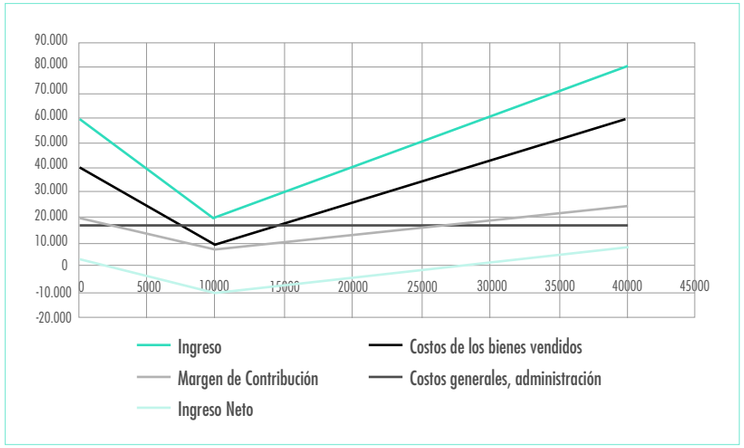
Donde se tiene que los ingresos netos tienen su punto mínimo de $ 600 pesos cuando sus ventas son iguales a 25000 copias.

Alternativa 2

Copias/Mes/Copiadora	0	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
Ingreso	60.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000
Costo de los bienes vendidos	40.000	12.000	18.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000
Margen de Contribución	20.000	8.000	12.000	16.000	18.000	20.000	22.000	24.000
Costos generales Administración	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400
Ingreso Neto	3.600	-8.400	-4.400	-400	1.600	3.600	5.600	7.600

Esta alternativa que es pago de alquiler con comisión tiene que el mínimo de copias que soportaría el negocio para no tener pérdidas es de 30000, lo que nos indica que el costo de la comisión es muy significativo para la actividad del negocio.

Gráficamente tendríamos el siguiente comportamiento.



Gráfica 2. Comportamiento alternativa 2
Fuente. Elaboración propia

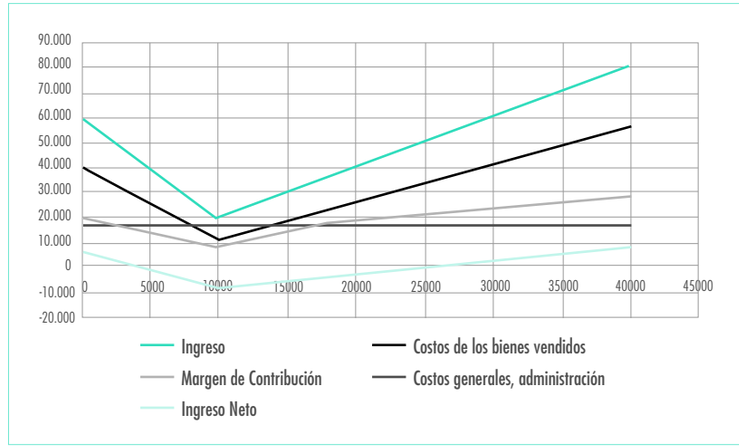
Donde se puede observar que el mínimo de venta de copias debe ser 30000 para lograr unos ingresos positivos de $ 2.600, que si hace una buena gestión en la venta de fotocopias, irían mejorando sus ingresos mensuales.

Alternativa 3

Copias/Mes/Copiadora	0	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
Ingreso	$ 60.000,00	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000
Costo de los bienes vendidos	$ 40.000,00	12.000	18.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000
Margen de contribución	$ 20.000,00	8.000	12.000	16.000	18.000	20.000	22.000	24.000
Costos generales administración	$16.400,00	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400
Ingreso Neto	$3.600,00	-8.400	-4.400	-400	1.600	3.600	5.600	7.600

Esta alternativa que corresponde a pago de alquiler y comisión con cierto límite, aquí observamos que el número mínimo de ventas es de 25000 fotocopias para obtener un valor de $1600 pesos como ingreso neto. Por debajo de este número de fotocopias el negocio obtendría pérdidas. Gráficamente se tendría el siguiente comportamiento.

Donde el mínimo se alcanza al vender 25000 fotocopias pagando el alquiler y la comisión con un límite establecido.



Gráfica 3. Comportamiento alternativa 3
Fuente. Elaboración propia

Donde el mínimo se alcanza al vender 25000 fotocopias pagando el alquiler y la comisión con un límite establecido.

Conclusión

De acuerdo con las pretensiones de los señores Emily y Bill Peterson, para poner su empresa de fotocopiadoras, y a partir de las alternativas que se le presentan en cuanto al pago de alquiler y comisión por el espacio necesario para las fotocopiadoras; se tendría que la toma de decisiones para decidir sobre qué alternativa seleccionar para montar la empresa se debería basar sobre el mínimo de ventas de fotocopias y el valor mínimo de ingresos netos, que en este caso sería la alternativa 3; cuyo mínimo es de 25000 fotocopias y un ingreso de $1600 pagando el alquiler y comisión según límite de 20000 copias. La otra alternativa para la decisión es la 2, sin embargo tiene una mayor exigencia en venta de copias.

Los modelos determinísticos también pueden aplicarse a las actualizaciones tecnológicas en las empresas u organizaciones teniendo en cuenta las exigencias de los mercados competitivos globalizados. Estos cambios son importantes para buscar una mayor eficiencia y calidad en los productos a ofertar.

Ejemplo: una empresa desea mejorar su actual equipo de producción y poder así cubrir la siguiente proyección de la demanda para los próximos diez años según investigación de mercados.

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	1200	2000	3000	3700	4000	4300	4500	4700	4700	4700

Para satisfacer esta demanda, existen en el mercado tres alternativas tecnológicas capaces de producir 2500, 3600 y 4300 unidades anuales que tienen un valor de $ 160000, $ 200000, $ 340000, respectivamente. Todos los equipos tienen una vida útil de diez años y se deprecian contablemente linealmente. Su valor de desecho se calcula por el método contable. El precio de venta estimado para el producto que se elaboraría es de $ 170 por unidad para cualquier volumen de producción. La tasa de impuesto a las utilidades es del 32 %. Los costos fijos y variables de cada opción son:

Opción	Costo variable ($)	Costo Fijo ($)
1	54,00	14,000
2	66,00	11,000
3	76,00	15,000

La producción máxima de cada alternativa según disponibilidad de materia prima será de 2500; 3600 y 4800 unidades anuales. Estimar cuál sería el modelo financiero que determinaría la alternativa de inversión adecuada y cuál sería su periodo de recuperación que haga viable la inversión; en cualquiera de las opciones; considere una tasa costo de capital del 12%.

Solución

Primero analizamos la información disponible para las tres alternativas de inversión según enunciado del problema.

Producción máxima	
Alternativa 1	2500
Alternativa 2	3600
Alternativa 3	4300

Demanda según investigación de mercados

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	1200	2000	3000	3700	4000	4300	4500	4700	4700	4700

El costo de cada equipo	
Valor equipo opción 1	$ 160.000
Valor equipo opción 2	$ 200.000
Valor equipo opción 3	$ 340.000
Precio de venta	$ 170
Costo Variable	
Costos variables opción 1	$ 120
Costos variables opción 2	$ 130
Costos variables opción 3	$ 125
Costo fijo	
Costos fijos opción 1	$ 14.000
Costos fijos opción 2	$11.000
Costos fijos opción 3	$15.000
Tasa de impuestos	32%
Tasa costo de capital	12%
Horizonte del proyecto	10

Depreciación	
Depreciación opción 1	$ 16.000
Depreciación opción 2	$ 20.000
Depreciación opción 3	$ 34.000
Valor de desecho 1	$0
Valor de desecho 2	$ 0
Valor de desecho 3	$ 0

Cálculos

Alternativa 1

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 1						
Concepto	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO4	AÑO 5
Producción		2500	2500	2500	2500	2500
Demanda		1200	2000	3000	3700	4000
Demanda insatisfecha		1300	500	-500	-1200	-1500
precio venta		170	170	170	170	170
Ingresos por ventas		**425.000**	**425.000**	**425.000**	**425.000**	**425.000**
Costos variables Unidad		120	120	120	120	120
Costos variables totales		**300.000**	**300.000**	**300.000**	**300.000**	**300.000**
Costos fijos		14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Depreciación		16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Utilidad operacional		**95.000**	**95.000**	**95.000**	**95.000**	**95.000**
Impuestos		30.400	30.400	30.400	30.400	30.400
Ulitilidad neta		**64.600**	**64.600**	**64.600**	**64.600**	**64.600**
Depreciación		16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Inversión						
Equipos	(160.000)					
Flujo neto	(160.000)	**80.600**	**80.600**	**80.600**	**80.600**	**80.600**

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 1					
Concepto	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Producción	2500	2500	2500	2500	2500
Demanda	4300	4500	4700	4700	4700
Demanda insatisfecha	-1800	-2000	-2200	-2200	-2200
Precio venta	170	170	170	170	170
Ingresos por ventas	**425.000**	**425.000**	**425.000**	**425.000**	**425.000**
Costos variables unidad	120	120	120	120	120
Costos variables totales	**300.000**	**300.000**	**300.000**	**300.000**	**300.000**
Costos fijos	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Depreciación	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Utilidad operacional	**95.000**	**95.000**	**95.000**	**95.000**	**95.000**
Impuestos	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400
Ulitilidad neta	**64.600**	**64.600**	**64.600**	**64.600**	**64.600**
Depreciación	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Inversión					
Equipos					

Tasa costo de capital	0,12
VNA	455.408
VPN	295.408
TIR	0,49
IR	28,5
IR medio	0,28
Payback	2,01
Valor desecho	$ 0

n	FF			
0	-160.000	-160.000		
1	80.600	-79.400	Falso	0
2	80.600	1.200	Verdadero	2
3	80.600	81.800	Falso	0
4	80.600	162.400	Falso	0

5	80.600	243.000	Falso	0
6	80.600	323.600	Falso	0
7	80.600	404.200	Falso	0
8	80.600	484.800	Falso	0
9	80.600	565.400	Falso	0
10	80.600	646.000	Falso	0

Análisis resultados

Al realizar la evaluación financiera con los indicadores de criterios de inversión se tiene un valor presente de $ 295.407,98; que de acuerdo con la capacidad de producción de 2500 unidades periódicamente que se puede ofertar con las condiciones del equipo, muestra que es bastante aceptable para realizar la inversión. La tasa interna de retorno obtenida del 49 % es atractiva teniendo en cuenta que el costo de capital es del 12 %, lo que permite obtener un valor por encima de esta del 37 %, valor agregado a los beneficios de la empresa al realizar esta inversión. Según las condiciones de aceptación de la inversión el índice de rendimiento es del 2,85 que significa que la inversión es viable realizarla y por cada peso invertido se genera de valor 2,85 pesos; en cuanto al índice de rendimiento medio es del 0,28 significa que por cada peso invertido se genera un valor 0,28 pesos. La recuperación de la inversión se lograría en el segundo año.

Alternativa 2

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 2						
Concepto	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO4	AÑO 5
Producción		3600	3600	3600	3600	3600
Demanda		1200	2000	3000	3700	4000
Demanda insatisfecha		2400	1600	600	-100	-400
Precio venta		170	170	170	170	170
Ingresos por ventas		**612.000**	**612.000**	**612.000**	**612.000**	**612.000**
Costos variables Unidad		130	130	130	130	130
Costos variables totales		**468.000**	**468.000**	**468.000**	**468.000**	**468.000**
Costos fijos		11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
Depreciación		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Utilidad operacional		**113.000**	**113.000**	**113.000**	**113.000**	**113.000**
Impuestos		36.160	36.160	36.160	36.160	36.160
Ulitilidad neta		**76.840**	**76.840**	**76.840**	**76.840**	**76.840**
Depreciación		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Inversión						
Equipos	(200.000)					
Flujo neto	(200.000)	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 2						
Depreciación		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Inversión						
Equipos	(200.000)					
Flujo neto	(200.000)	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 2					
Concepto	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Producción	3600	3600	3600	3600	3600
Demanda	4300	4500	4700	4700	4700
Demanda insatisfecha	-700	-900	-1100	-1100	-1100
precio venta	170	170	170	170	170
Ingresos por ventas	**612.000**	**612.000**	**612.000**	**612.000**	**612.0000**
Costos variables unidad	130	130	130	130	130
Costos variables totales	**468.000**	**468.000**	**468.000**	**468.000**	**468.000**
Costos fijos	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
Depreciación	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Utilidad operacional	**113.000**	**113.000**	**113.000**	**113.000**	**113.000**
Impuestos	36.160	36.160	36.160	36.160	36.160
Ulitilidad neta	**76.840**	**76.840**	**76.840**	**76.840**	**76.840**
Depreciación	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Inversión					
Equipos					
Flujo neto	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**	**96.840**

Tasa costo de capital	12%
VNA	547.168
VPN	347.168
TIR	47%
IR	2,74
IR medio	0,27
Payback	3

n	FF			
0	(200.00)	(200.000)		
1	96.840	(103.160)	FALSO	0
2	96.840	(6.320)	FALSO	0
3	96.840	90.520	VERDADERO	3
4	96.840	187.360	FALSO	0
5	96.840	284.200	FALSO	0
6	96.840	381.040	FALSO	0
7	96.840	477.880	FALSO	0
8	96.840	574.720	FALSO	0
9	96.840	671.560	FALSO	0
10	96.840	768.400	FALSO	0

Análisis resultados

Esta alternativa muestra un valor presente neto de $347.167,60 sobre una inversión de $ 200.000 del valor de los equipos, su tasa de retorno es del 47 %, registrando un beneficio del 35% con respecto al costo de capital. El índice de rendimiento del 2,74 significa que por cada peso invertido se genera de valor 2,74 pesos para la empresa; el índice medio de rendimiento es del 0,27, es decir que por cada peso de la inversión se genera de valor 0,27 pesos a la empresa. La recuperación de la inversión según su payback se logra en el tercer año.

Alternativa 3

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 3						
Concepto	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producción		4300	4300	4300	4300	4300
Demanda		1200	2000	3000	3700	4000
Demanda insatisfecha		3100	2300	1300	600	300
Precio venta		170	170	170	170	170
Ingresos por ventas		731.000	731.000	731.000	731.000	731.000
Costos variables Unidad		125	125	125	125	125
Costos variables Totales		537.500	537.500	537.500	537.500	537.500
Costos Fijos		15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Depreciación		34.000	34.000	34.000	34.000	34.000
Utilidad Operacional		144.500	144.500	144.500	144.500	144.500
Impuestos		46.240	46.240	46.240	46.240	46.240
Utilidad Neta		98.260	98.260	98.260	98.260	98.260
Depreciación		34.000	34.000	34.000	34.000	34.000
Inversión						
Equipos	-340.000					
Flujo Neto	-340.000	132.260	132.260	132.260	132.260	132.260

FLUJO DE CAJA OPCIÓN 3					
Concepto	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Producción	4300	4300	4300	4300	4300
Demanda	4300	3500	4700	4700	4700
Demanda insatisfecha	0	-200	-400	-400	-400
Precio venta	170	170	170	170	170
Ingresos por ventas	731.000	731.000	731.000	731.000	731.000
Costos variables unidad	125	125	125	125	125
Costos variables totales	537.500	537.500	537.500	537.500	537.500
Costos fijos	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Depreciación	34.000	34.000	34.000	34.000	34.000
Utilidad operacional	144.500	144.500	144.500	144.500	144.500
Impuestos	46.240	46.240	46.240	46.240	46.240
Ulitilidad neta	98.260	98.260	98.260	98.260	98.260
Depreciación	34.000	34.000	34.000	34.000	34.000
Inversión					
Equipos					
Flujo neto	132.260	132.260	132.260	132.260	132.260

Tasa costo de capital	12%
VNA	747.298
VPN	407.289
TIR	37%
IR	2,20
2IR medio	0,22
Payback	3

n	FF			
0	(340.000)	(340.000)		
1	132.260	(207.740)	FALSO	0
2	132.260	(75.480)	FALSO	0
3	132.260	56.780	VERDADERO	3
4	132.260	189.040	FALSO	0
5	132.260	321.300	FALSO	0
6	132.260	453.560	FALSO	0
7	132.260	585.820	FALSO	0
8	132.260	718.080	FALSO	0
9	132.260	850.340	FALSO	0
10	132.260	982.600	FALSO	0

Análisis resultados

La alternativa 3 tiene una inversión de $340.000, de acuerdo con la evaluación el presente neto sería de $ 407.298,50 beneficios que se obtienen una vez se recupera la inversión realizada en el equipo; además, su tasa de retorno es del 37 % que comparada con el costo de capital del 12 % da 25% de rendimiento por encima del valor significativo para la empresa; el índice de rendimiento es de 2,20 es decir que por cada peso invertido se genera un valor de 2,20 pesos; el índice medio de rendimiento es de 0,22, por cada peso invertido se genera de valor 0,22 pesos. La recuperación de la inversión se logra al tercer año.

Conclusión

El modelo financiero sobre cambios de tecnología según exigencias de la competitividad del mercado es muy importante para la empresa; porque a través de este se puede hacer la toma de decisiones de manera más acertada y elegir la alternativa más conveniente para la compra del equipo, cumpliendo con las necesidades del mercado. En este caso, se puede afirmar que la alternativa 1 es viable y la mejor opción, pues su índice de rendimiento es del 2,85 y sus índice de rendimiento medio es del 0,28, en comparación con otras dos opciones; además, la recuperación de la inversión es en el segundo año, frente a las otras alternativas que gastarían mayor cantidad de tiempo.

3.4. MODELOS ESTOCÁSTICOS

Al grupo de las anteriores variables, se suman las variables estadísticas que son fundamentales para analizar el comportamiento de los datos obtenidos tanto del resultado de la gestión operativa como de lo que puede ocasionar la incertidumbre del entorno en los rendimientos operacionales de las empresas, como de los proyectos de inversión.

La modelación estocástica es aquella que trata de dar respuesta a preguntas como; ¿cuál será el comportamiento de las tasas de interés en un futuro?; ¿qué tipo de inversión conviene realizar?; ¿cuál será el comportamiento del mercado en un futuro?; ¿cuál será la fluctuación de la inflación en un futuro?; ¿cuál es el rendimiento de la inversión según posibles impactos económicos?; ¿hasta qué momento es posible invertir?

Se trata de identificar posibles riesgos que se puedan presentar en las inversiones a realizar, como consecuencia de las fluctuaciones de las variables económicas que influyen en el entorno.

> Las empresas pueden afrontar riesgos provenientes de diferentes ámbitos de su actuación, tanto del entorno como de sus operaciones; pero también se corren riesgos en la toma de decisiones: "[…] la esencia de 'hacer negocios' es, precisamente, correr riesgos, en otras palabras, el riesgo es una elección propia, más que una imposición o un obstáculo indeseable (Quijano, 2013, pág. 27).

Los modelos estocásticos buscan agregar aleatoriedad a un modelo determinístico, a sus parámetros y variables de estado; su objetivo es dar respuesta a un modelo probabilístico por ejemplo dispersión de la distribución o tendencia central.

La estructura de un modelo de decisión estocástica

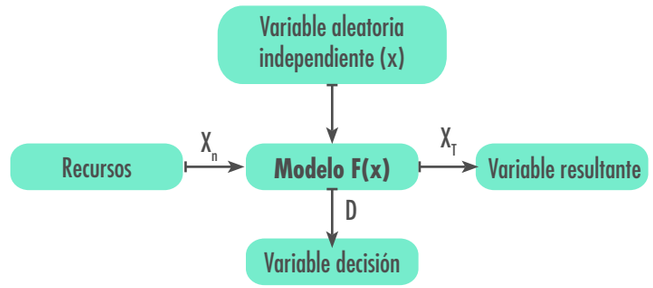


Figura 5. Modelo decisión estocástica
Fuente. Elaboración propia

Analicemos la siguiente aplicación de los modelos estocásticos:

3.4.1. Ejemplo

Usted está decidiendo invertir en un proyecto de venta de pescado fresco y se considerarán 3 estrategias operativas a implementar, una respecto a la capacidad de

la planta y terreno, otra a la calidad de equipo y calidad del personal, y otra sobre la gerencia. Dado que dispone de poco capital se asume que se tendría que financiar el 70 % con deuda a una tasa de 24 % anual a 4 años sin posibilidad de refinanciamiento. Se asume liquidación de todos los activos al término de 5 años. Los datos estimados son los siguientes:

Se estima que las ventas en efectivo el primer año son $ 2.800.000 a una tasa de incremento de 10 % por año y las cuentas por cobrar al final del año serían del 10 % de las ventas anuales totales.

La inversión en terreno, obras civiles y equipos se estima en $ 800,000, $ 1.500,000, y $ 1.700,000. Es necesario $ 500.000 de capital de trabajo para gastos preoperativos de instalación y puesta en marcha. Además, en cada inicio de operación se requiere capital de trabajo de $ 400,000 y se incrementará en 8 % anual.

La nómina más costos laborables y otros gastos de personal se estiman en $ 750,000 por año. Los costos variables se espera que cumplan lo siguiente: CV = 7%*ventas + 17,000*t en los periodos t = 1, 2, 3, 4, 5, donde 7 % es el porcentaje de costo en materia prima respecto a las ventas y los $ 17.000 son otros costos variables.

Se asume que el capital de trabajo se recupera integralmente en la liquidación; las obras civiles se deprecian en 10 % y los equipos en 15 % anual.

El impuesto a la renta se estima en 30 %.

La tasa de descuento es de 15%.

El valor de mercado de los terrenos es de $ 1.000.000, los edificios $ 1.900.000 y los equipos $ 2.100.000.

Determine:

a) El flujo de caja y el estado de resultados con los datos mencionados.

b) Identifique cuáles son las variables que tienen un mayor impacto en el VPN del proyecto mediante el diagrama de tornado, asumiendo una distribución triangular para todas las variables del modelo y utilizando la simulación Monte Carlo para analizar el riesgo involucrado.

c) Con los escenarios bajo, medio y alto aproxime una distribución normal para asignar a las variables del modelo, corra la simulación, con estas distribuciones y analice los resultados.

d) Corra la simulación con 1000 y 10000 iteraciones y compare la precisión de ambas.

e) Suponga que existe la opción de continuar el negocio por 2 años más luego de conocer todas las incertidumbres. Cómo modelaría esta situación, asumiendo que a inicios del año 6 se tendría que invertir un 50 % de la inversión inicial en terrenos y obras civiles, y 100% en maquinaria y equipos, además, el valor de liquidación se mantiene igual y solo se descuenta la misma depreciación de los años anteriores. Los demás supuestos se mantienen iguales en los dos años.

Use la simulación para contestar las siguientes preguntas:

¿Se incrementa el VPN esperado?

¿Se incrementa la probabilidad de pérdida?

¿Cuál es el valor de la opción?

f) Suponga ahora que el nivel de ventas estará restringido a una capacidad determinada de la planta de $ 3.500.000 en ventas (se define la capacidad en términos monetarios); es decir, las ventas anuales no pueden ser mayores a esta capacidad. Corra la simulación con estos supuestos y compare los resultados con la anterior situación.

Solución

a) Elabore el flujo de caja y el estado de resultados con los datos mencionados.

Con la información disponible se elabora el presente flujo de caja y estado de resultados.

FLUJO DE CAJA PROYECTO						
Ingresos	**AÑO 0**	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Ventas		**2.800.000**	3.080.000	3.388.000	3.726.800	4.099.480
Ventas de contado		2.520.000	2.772.000	3.049.200	3.354.120	3.689.532
Total a crédito			280.000	308.000	338.800	372.680
Total ingresos		**2.520.000**	**3.052.000**	**3.357.200**	**3.692.920**	**4.062.212**
Egresos						
Costos variables		213.000	249.600	288.160	328.876	371.964
Costos laborables		650.000	650.000	650.000	650.000	650.000
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500	109.350	98.415
Depreciación m. Y equipos		1.268.000	534.000	392.641	217.355	
Total, egresos		648.000	534.000	392.641	217.355	
Utilidad bruta		**1.252.000**	**1.800.650**	**2.113.303**	**2.448.092**	**2.808.722**
Gastos financieros		648.000	534.000	392.641	217.355	
Utilidad operacional		**604.000**	**1.266.650**	**1.720.662**	**2.230.738**	**2.808.722**
Impuestos		181.200	379.995	516.199	669.221	842.617
Utilidad neta		**422.800**	**886.655**	**1.204.463**	**1.561.516**	**1.966.105**
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500	109.350	98.415

FLUJO DE CAJA PROYECTO						
Depreciación maquinaria y equipos		255.000	216.750	184.238	156.602	133.112
Inversión						
Terrenos	800.000					
Obras civiles	1.5000.000					
Maquinaria y equipo	1.700.000					
Capital de trabajo	500.000	400.000	432.000	466.560	503.885	544.196
Préstamo bancario	2.700.00					
Recuperación capital de trabajo						2.846.640
Valor saldo en libro obras civiles						885.735
Valor saldo en libro maquinaria y equipo						754.299
Amortización préstamo		474.999	588.999	730.358	905.644	
Total inversión	**-1.800.000**					
Total flujo de caja	**-1.800.000**	**-47-199**	**217.406**	**313.283**	**417.939**	**6.140.111**

VPN	$1.821.014,40
TIR	33,47%

El valor presente neto del flujo de caja con una tasa descuento del 15% tiene como resultado un valor de $ 1.821.014,40, donde se acepta realizar la inversión de acuerdo con las condiciones del problema. Además, el valor de la TIR es del 33,47% con un rendimiento bastante significativo por encima de la tasa mínima exigida por el inversionista, en un 18,47 %.

En cuanto al estado de resultados, se tiene que la utilidad neta es positiva durante todo el horizonte de la inversión; demostrando con ello que operacionalmente se justifica la inversión, con los compromisos financieros que se adquirieron.

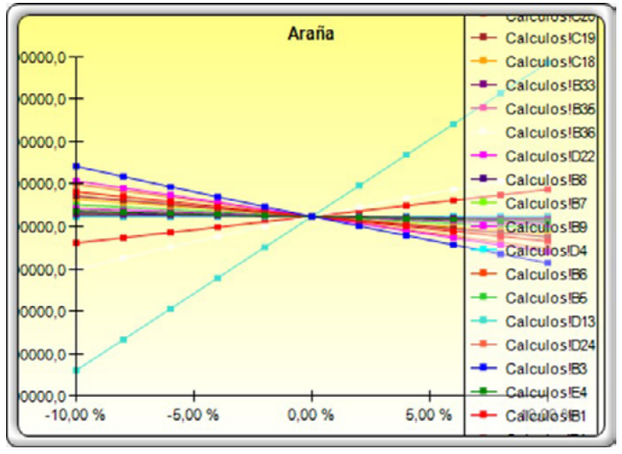
ESTADO DE RESULTADOS					
Concepto	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Ventas	2.800.000	3.080.000	3.388.000	3.726.800	4.099.480
Total, ventas	**2.800.000**	**3.080.000**	**3.388.000**	**3.726.800**	**4.099.480**
Costos ventas					
Variables	213.000	249.600	288.160	328.876	371.964
Laborales	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000
Depreciacion obras civiles	150.000	135.000	121.500	109.350	98.415
Depreciacion, M. y Equipos	255.000	216.750	184.238	156.602	133.112
Total, costo ventas	**1.268.000**	**1.251.350**	**1.243.898**	**1.244.828**	**1.253.490**
Otros ing. Y g. Financieros					
Gastos financieros	648.000	534.000	392.641	217.355	
Total, o. Ing, y finacieros	648.000	534.000	392.641	217.355	
Utilidad operacional	**884.000**	**1.294.650**	**1.751.462**	**2.264.618**	**2.845.990**
Impuestos	265.200	388.395	525.39	679.385	853.797
Utilidad neta	**618.800**	**906.255**	**1.226.255**	**1.585.232**	**1.992.193**

Un hecho a resaltar es el de los costos laborables, los cuales se consideran constantes en el tiempo de la evaluación, según la información del problema.

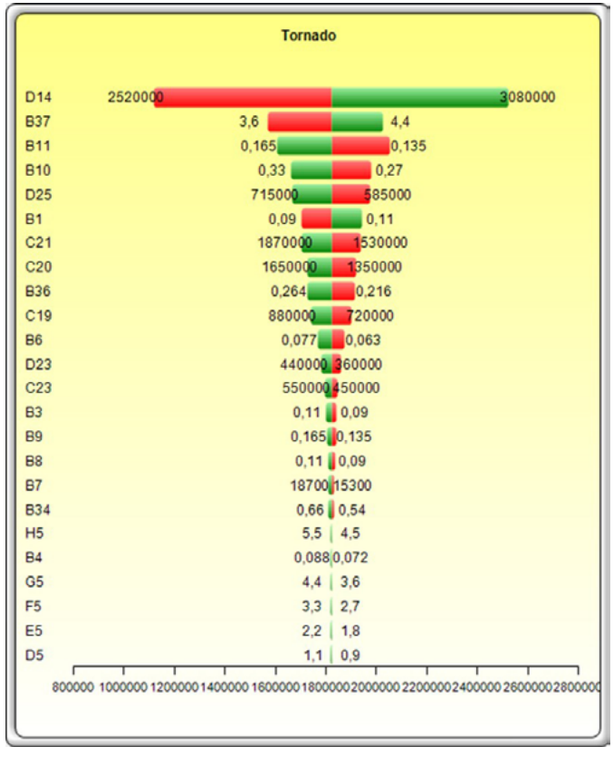
b) Identifique cuáles son las variables que tienen un mayor impacto en el VPN del proyecto mediante el diagrama de tornado, asumiendo una distribución triangular para todas las variables del modelo y utilizando la simulación MonteCarlo para analizar el riesgo involucrado.

Solución

Inicialmente, mediante la utilización de la herramienta análisis de tornado del simulador del Risk Simulador, se identifican las variables más significativas para la simulación.



Gráfica 4. Araña según identificación de variables
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador



Gráfica 5. Tornado de las variables
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

Al utilizar la herramienta de análisis de tornado para identificar las variables más significativas para correr la simulación, se seleccionaron las siguientes:

Ventas iniciales

Número de periodos del crédito

Tasa de descuento

Tasa de impuesto

Valor inicial de laborable

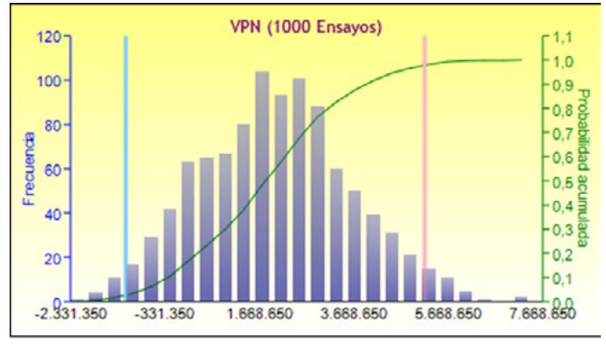
Tasa crecimiento de las ventas

Maquinaria y equipo

Obras civiles

Como pueden observarse en el gráfico tornado; una vez se determinan las variables, se define el perfil, las variables supuestas y la variable pronóstico en el software para correr la simulación.

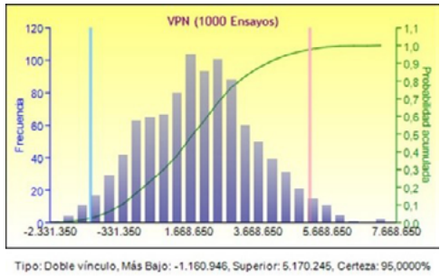
Una vez seleccionadas las variables relevantes se corre la simulación y se obtiene el nivel de riesgo, como se observa en las figuras obtenidas una vez corrida la simulación.



Gráfica 6. Frecuencia del VPN Simulado
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

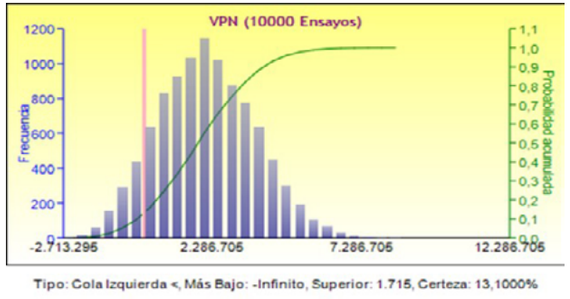
Al correr la simulación tenemos que, con una probabilidad del 95% de confianza en la Gráfica 6 y con la opción doble vínculo se tiene, una probabilidad del 2,5% para que el valor VPN se coloque por debajo de -$1.160.946 dejando de ser viable y con una probabilidad del 2,5% el valor VPN se colocará por encima de $5,170.245 ello significa que el rango de certeza del proyecto se mueve entre [-1.160.946; 5.170.245].

En la Gráfica 7 se tiene que con una probabilidad del 5% el VPN decrecerá por debajo del $4.552.858.



Gráfica 7. Frecuencia del VPN según Probabilidad del 5 %
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

El riesgo de tener pérdidas en la inversión del proyecto es de 13,10 % como se observa en la siguiente figura, y de no tener pérdidas es del 86,90 %.



Gráfica 8. Frecuencia VPN con 10000 corridas
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

c) Con los escenarios bajo, medio, alto aproxime una distribución normal para asignar a las variables del modelo, corra la simulación con estas distribuciones y analice los resultados.

Solución

Al aplicar la herramienta de Excel sobre análisis de hipótesis, en la opción administración escenarios; se observan los impactos en el valor presente neto si se producen los escenarios bajo, medio, alto en la tasa descuento. Al bajar el valor de la tasa descuento al 12 % el VPN cambia a $ 2.303.833; si se tiene un valor medio del 16 %, el VPN será de $ 1.898.660; mientras que si se sube a 20%, el VPN será de $1.162.067.

RESUMEN DEL ESCENARIO				
	Valores actuales	Bajo	Medio	Alto
Celdas cambiantes				
Tasa de descuento	15%	12%	16%	20%
Celdas de resultado				
VPN	1.821.014	2.303.833	1.675.797	1.162.067

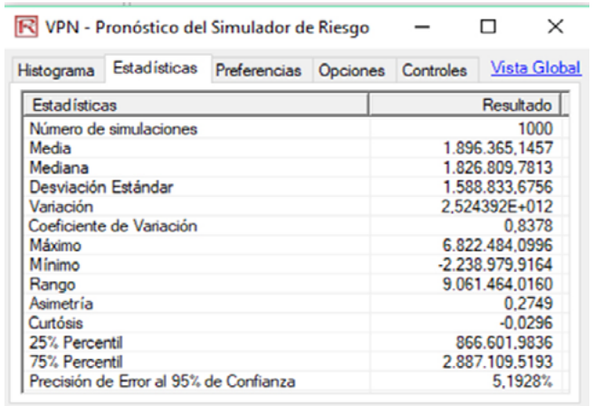
Lo anterior nos indica que si la tasa descuento tiende a la baja su valor VPN mejora, y por el contrario, si tiende al alza, baja el VPN.

A partir de la herramienta de escenarios del simulador, se obtiene:

RESULTADOS ESCENARIO SIMULADOS					
Simulados					
0,12	2303832,92	Variable entrada	T.D	Variable salida	Tasa descuento
0,13	2167707,81	Valor mínimo	0.12	Valor inicial	1821014
0,14	2037096,33	Valor máximo	0.20	Número pasos	10
0,14	2037096,33	Valor inicial	0.15	Tamaño	---
0,15	1791381,79				
0,16	1675797,06				
0,17	1564760,98				
0,18	1458063,63				
0,18	1355506,19				
0,19	1256900,23				
0,20	1162067,10				

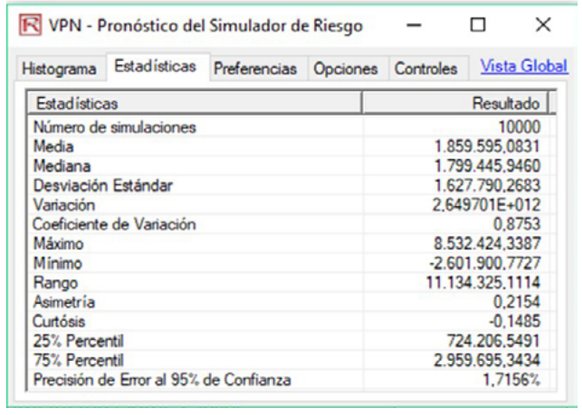
Tal como se observa, si se hace la simulación con otro software diferente a Excel, se pueden apreciar las mismas consideraciones explicadas anteriormente.

d) Corra la simulación con 1000 y 10000 iteraciones y compare la precisión de ambas. Para ello, en primer lugar se definen las variables, los perfiles y las variables supuestas como una distribución triangular para la simulación. Una vez hecho esto se corre la simulación y se obtiene:



Estadísticas	Resultado
Número de simulaciones	1000
Media	1.896.365,1457
Mediana	1.826.809,7813
Desviación Estándar	1.588.833,6756
Variación	2,524392E+012
Coeficiente de Variación	0,8378
Máximo	6.822.484,0996
Mínimo	-2.238.979,9164
Rango	9.061.464,0160
Asimetría	0,2749
Curtósis	-0,0296
25% Percentil	866.601,9836
75% Percentil	2.887.109,5193
Precisión de Error al 95% de Confianza	5,1928%

Figura 6. Estadísticas para 1000 simulaciones.
Fuente. Elaboración Software Risk Simulator



Estadísticas	Resultado
Número de simulaciones	10000
Media	1.859.595,0831
Mediana	1.799.445,9460
Desviación Estándar	1.627.790,2683
Variación	2,649701E+012
Coeficiente de Variación	0,8753
Máximo	8.532.424,3387
Mínimo	-2.601.900,7727
Rango	11.134.325,1114
Asimetría	0,2154
Curtósis	-0,1485
25% Percentil	724.206,5491
75% Percentil	2.959.695,3434
Precisión de Error al 95% de Confianza	1,7156%

Figura 7. Estadísticas para 10000 simulaciones
Fuente. Elaboración software Risk Simulador

Al realizar las dos simulaciones con 1000 corridas y con 10000 corridas se presentan las siguientes variaciones en sus datos estadísticos, la desviación estándar o riesgo de la inversión es mucha más precisa de $ 1.588.833.78 pasa a ser $ 1.627.790.27, lo cual es bastante significativo. El coeficiente de variación de 0,8378 pasa a 0,8753; teniendo en cuenta que este indicador sirve para medir el riesgo de la inversión, entre más bajo menor es el riesgo de la inversión. Al comparar los dos valores obtenidos en la simulación, obtenemos que cuando se realiza un mayor número de corridas se identifica el verdadero riesgo de la inversión que cuando se realiza un menor número de corridas.

Con la asimetría mejora la dispersión de los datos, por lo cual da como resultado que con 1000 corridas se obtiene 0,2749 y con 10000 es insignificante 0,2154. A partir del coeficiente Curtosis tenemos que los datos están agrupados hacia la izquierda de la media mientras que en la primera se cerca de la media de -0,0296 en la segunda se aleja -0,1485; este estadístico nos da una apreciación de cómo están dispersos los datos con respecto a la media.

Ahora bien, si se observa la precisión de error con un 95 % de confianza, se tiene que con 1000 corridas es de 5,1928 %, mientras que con 10000 corridas es de 1,7156 %. Lo que indica que mejora significativamente su precisión.

e) Suponga que existe la opción de continuar el negocio por 2 años más luego de conocer toda la incertidumbre. Cómo modelaría esta situación asumiendo que para ello a inicios del 6 año se tendría que invertir un 50% de la inversión inicial en terrenos y obras civiles y 100% en maquinaria y equipos, además, el valor de liquidación se mantiene igual y solo se descuenta la misma depreciación de los años anteriores. Los demás supuestos se mantienen iguales en los 2 años.

Solución

Al realizar las consideraciones propuestas, el nuevo flujo de caja del proyecto es el siguiente:

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Ingresos	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**
Ingresos		2.800.000	3.080.000	3.388.000
Ventas de contado		2.520.000	2.772.000	3.049.200
Ventas a crédito			280.000	308.000

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Total ingresos		2.520.000	3.052.000	3.357.200
Egresos				
Costos variables		213.000	249.600	288.160
Costos laborables		650.000	650.000	650.000
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500
Depreciación maquinaria y equipos		255.000	216.750	184.238
Total egresos		**1.268.000**	**1.251.350**	**1.243.898**
Utilidad bruta		**1.252.000**	**1.800.650**	**2.113.303**
Gastos financieros		648.000	534.000	392.641
Utilidad operacional		**604.000**	**1.266.650**	**1.720.662**
Impuestos		181.200	379.995	516.199
Utilidad neta		**422.800**	**886.655**	1.204.463
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500
Depreciación maquinaria y equipos		255.000	216.750	184.238
Inversión				
Terrenos	800.000			
Obras civiles	1.500.000			
Maquinaria y equipo	1.700.000			
Capital de trabajo	500.000	400.000	432.000	466.560
Prestamo bancario	2.700.000			
Recuperación capital de trabajo				
Valor saldo en libro obras civiles				
Valor saldo en libro maquinaria y equipo				
Amortización prestamo		474.999	588.999	730.358
Total inversión	-1.800.000			
Total flujo de caja	-1.800.000	-47.199	217.406	313.283
VPN	2.849.752			
TIR	34,27%			

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Ingresos	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**
Ingresos	3.726.800	4.099.480	4.509.428	4.960.371
Ventas de contado	3.354.120	3.689.532	4.058.485	4.464.334
Ventas a crédito	338.800	372.680	409.948	450.943
Total ingresos	**3.692.920**	**4.062.212**	**4.468.433**	**4.915.277**
Egresos				
Costos variables	328.876	371.964	417.660	466.226
Costos laborables	650.000	650.000	650.000	650.000
Depreciación obras civiles	109.350	98.415	88.574	119.716
Depreciación maquinaria y equipos	156.602	133.112	113.145	351.173
Total egresos	**1.244.828**	**1.253.490**	**1.269.378**	**1.587.115**
Utilidad bruta	**2.448.092**	**2.808.722**	**3.199.055**	**3.328.161**
Gastos financieros	217.355			
Utilidad operacional	**2.230.738**	**2.808.722**	**3.199.055**	**3.328.161**
Impuestos	669.221	842.617	959.716	998.448
Utilidad neta	**1.561.516**	**1.966.105**	**2.239.338**	**2.329.713**
Depreciación obras civiles	109.350	98.415	88.574	119.716
Depreciación maquinaria y equipos	156.602	133.112	113.145	351.173
Inversión				
Terrenos			400000	
Obras civiles			750000	
Maquinaria y equipo			1700000	
Capital de trabajo	503.885	544.196	587.731	634.750
Préstamo bancario				
Recuperación capital de trabajo				4.069.121
Valor saldo en libro obras civiles				1.077.445
Valor saldo en libro maquinaria y equipo				2.503.846
Amortización préstamo	905.644			
Total inversión				
Total flujo de caja	**417.939**	**1.653.436**	**-996.674**	9.816.265

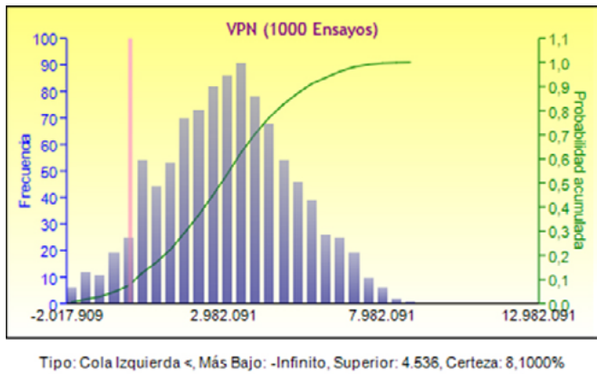
Por lo cual, de acuerdo con los resultados obtenidos se da respuesta a las siguientes preguntas.

¿Se incrementa el VPN esperado?

Al realizar la inversión adicional en los activos propuestos y aumentar el horizonte del proyecto, pasando de un valor inicial de $ 1.821.014,40 a $ 2.849.751,90 en su VPN, se obtiene un aumento significativo en su beneficio y en el TIR registra un incremento insignificante en su rendimiento al hacer la inversión y dejando las mismas condiciones iniciales de producción. Por lo cual se puede concluir que al correr la simulación sus perspectivas a futuro son atractivas para el inversionista.

¿Se incrementa la probabilidad de perdida?

La probabilidad de pérdida en el proyecto se disminuye, pasa a ser del 8,10 % aunque antes era del 13,10 %, y la probabilidad de no tener riesgo en la inversión se aumenta a 91,90 % como se puede observar en la gráfica 9.



Gráfica 9. Frecuencia del VPN con 1000 con probabilidad negativa
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

¿Cuál es el valor de la nueva opción?

VPN 2.849.752

TIR 34,27%

Variación con respecto a las condiciones iniciales del VPN

VPN inicial $ 1.821.014,4

Variación $ 1.028.737,50; bastante significativa.

f) Suponga ahora que el nivel de ventas estará restringido a una capacidad determinada de la planta de $ 3.500.000 en ventas (se define la capacidad en términos monetarios), es decir las ventas anuales no pueden ser mayor a esta capacidad. Corra la simulación con estos supuestos y compare los resultados con la anterior situación.

Solución

El nuevo flujo de caja es el siguiente:

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Ingresos	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**
Ingresos		3.500.000	3.500.000	3.500.000
Ventas de contado		3.150.000	3.150.000	3.150.000
Ventas a crédito			350.000	350.000
Total ingresos		3.150.000	3.500.000	3.500.000
Egresos				
Costos variables		213.000	249.600	288.160
Costos laborales		650.000	650.000	650.000
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500
Depreciación maquinaria y equipos		255.000	216.750	184.238
Total egresos		1.268.000	1.251.350	1.243.898
Utilidad bruta		1.882.000	2.248.650	2.256.103
Gastos financieros		648.000	534.000	392.641
Utilidad operacional		1.234.000	1.714.650	1.863.462
Impuestos		370.200	514.395	559.039
Utilidad neta		863.800	1.200.255	1.304.423
Depreciación obras civiles		150.000	135.000	121.500
Depreciación maquinaria y equipos		255.000	216.750	184.238
Inversión				
Terrenos	800.000			
Obras civiles	1.500.000			
Maquinaria y equipo	1.700.000			
Capital de trabajo	500.000	400.000	432.000	466.560
Préstamo bancario	2.700.000			
Recuperación capital de trabajo				

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Valor saldo en libro obras civiles				
Valor saldo en libro maquina y equipo				
Amortización préstamo		474.999	588.999	730.358
Total inversión	-1.800.000			
Total flujo de caja	-1.800.000	393.801	531.006	413.243
VPN	2.597.693			
TIR	36,89%			

FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Ingresos	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**
Ingresos	3.500.000	3.500.000	3.500.000	3.500.000
Ventas de contado	3.150.000	3.150.000	3.150.000	3.150.000
Ventas a crédito	350.000	350.000	350.000	350.000
Total ingresos	**3.500.000**	**3.500.000**	**3.500.000**	**3.500.000**
Egresos				
Costos variables	328.876	371.964	417.660	466.226
Costos laborales	650.000	650.000	650.000	650.000
Depreciación obras civiles	109.350	98.415	88.574	119.716
Depreciación maquinaria y equipos	156.602	133.112	113.145	351.173
Total egresos	1.244.828	1.253.490	1.269.378	1.587.115
Utilidad bruta	**2.255.172**	**2.246.510**	**2.230.622**	**1.912.885**
Gastos financieros	217.355			
Utilidad operacional	**2.037.818**	**2.246.510**	**2.230.622**	**1.912.885**
Impuestos	611.345	673.953	669.187	573.865
Utilidad neta	**1.426.472**	**1.572.557**	**1.561.435**	**1.339.019**
Depreciación obras civiles	109.350	98.415	88.574	119.716
Depreciación Maquinaria y Equipos	156.602	133.112	113.145	351.173
Inversión				
Terrenos			400.000	
Obras civiles			750.000	

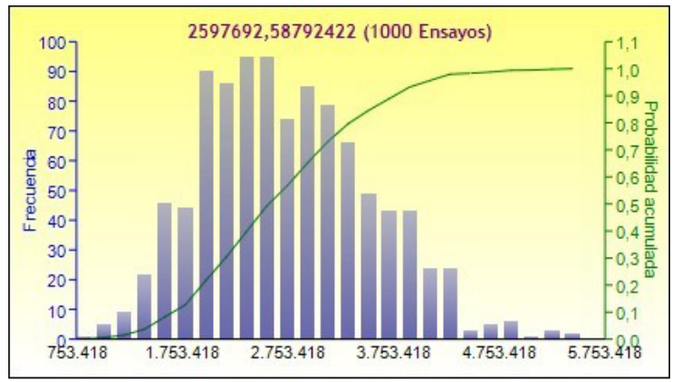
FLUJO DE CAJA PROYECTO				
Maquinaria y equipo			1.700.000	
Capital de trabajo	503.885	544.196	587.731	634.750
Préstamo bancario				
Recuperación capital de trabajo				4.069.121
Valor saldo en libro obras civiles				1.077.445
Valor saldo en libro maquinaria y equipo				2.503.846
Amortización préstamo	905.644			
Total inversión				
Total flujo de caja	**282.825**	**1.259.88**	**-1.674.578**	**8.825.571**

Flujo de Caja del Proyecto.
Fuente. Elaboración Propia.

Al considerar constantes la capacidad de producción para unas ventas anuales de $ 3.500.000 durante el horizonte del proyecto, se tiene que el VPN disminuye a $ 2.597.692,59 y su tasa interna de retorno TIR aumenta a 36,89%.

Una vez que se corre la simulación con estos nuevos supuestos, se tiene que su coeficiente de variación disminuye a 0,3013 indicando una relación de riesgo y su valor medio más ajustada para un nivel de confianza del 95 %.

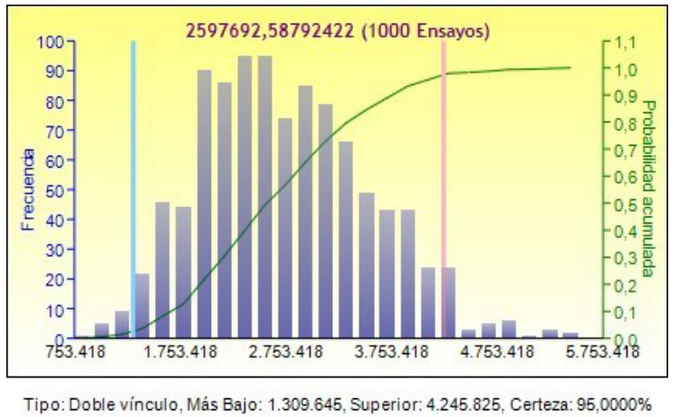
Así, su probabilidad de pérdida en la inversión es 0,00% indicando que el inversionista no corre ningún riesgo al hacer la inversión.



Gráfica 10. Frecuencia del VPN probabilidad negativa
Fuente. Elaboración Software Risk Simulador

Si analizamos su coeficiente de variación de 0,3013 indica que el riesgo ha disminuido con respecto al valor medio del beneficio esperado.

La predicción del VPN nos indica que con una probabilidad del 5% se mueve según figura 5 en un rango así:



Gráfica 11. Frecuencia VPN intervalo de variabilidad con 95% confianza
Fuente: Elaborado software Risk Simulador

Una probabilidad del 2,5% para que el valor VPN se ponga por debajo de -$ 1.309.645 dejando de ser viable, y con una probabilidad del 2,5% el valor VPN se colocará por encima de $ 4.245.825, lo cual significa que el rango de certeza del proyecto se mueve entre [1.309.645; 4.245.825].

04

PREDICCIÓN

Las predicciones son proyecciones numéricas que nos permiten ver el futuro de la empresa en un mediano y largo plazo.

4.1. MODELOS DE PREDICCIÓN

En la economía de las empresas y las organizaciones, como en el campo macroeconómico, se plantea la necesidad de la toma de decisiones sobre una alternativa en qué invertir, estas tienen varias opciones y cada una da resultados diferentes ya sea en beneficios, costos o ingresos; dependiendo de las condiciones del entorno donde se desarrolle la organización; todos estos aspectos, por supuesto se encuentran fuera del control de los decisores, es por ello que para poder tomar decisiones es conveniente tener una noción de lo que va suceder en el futuro. De tal manera, es importante considerar todas aquellas circunstancias que pueden alterar posibles buenos resultados.

Actualmente, ante la incertidumbre que produce la cambiante economía globalizada, es necesario contar con una predicción futura de los sucesos que se pueden producir. Para esto, se tienen técnicas de predicción que van dirigidas a disminuir la incertidumbre sobre el riesgo al realizar la toma de decisiones.

> En los Mercados Financieros la actividad se centra en la interacción entre los valores presentes y futuros de la cartera de valores. Las interrelaciones entre los tipos de interés a corto y largo plazo, los tipos de cambios presentes y futuros y la política monetaria y fiscal afectan las perspectivas que tienen los agentes del mercado. Las predicciones macroeconómicas tratan de predecir todas esas variables y por lo tanto, pueden ser un factor importante a la hora de tomar decisiones (González, 2009, p. 6).

Las empresas están expuestas a utilizar predicciones para realizar la planificación cotidiana de sus actividades operativas. El éxito de las empresas está dependiendo de la gestión que realicen sus decisores sobre la predicción del futuro.

Las técnicas de predicción se agrupan en técnicas estáticas y técnicas dinámicas. Estáticas son aquellas que están provistas de información histórica, de registros de periodos causados con anterioridad. Los dinámicos son aquellos cuyos datos se desconocen y están provistos de la incertidumbre que se produce por los continuos cambios de una economía globalizada.

A continuación se describirán los modelos estáticos que con mayor frecuencia se utilizan.

4.2. SERIES DE TIEMPO Y PREDICCIÓN

Se entiende por series de tiempo y predicción el pronosticar el comportamiento futuro de unas variables, teniendo como base las tendencias históricas. Se dice que el “pronosticar involucra una mezcla de ciencia y arte” (Aleman Castilla & Gonzalez Zavaleta, 2007), el aspecto científico radica en el conocimiento y aplicación de conceptos y métodos estadísticos de pronósticos, mientras que la parte de arte se refiere a la habilidad para emitir y utilizar la información disponible.

4.3. IMPORTANCIA DE LOS PRONÓSTICOS

Ante la incertidumbre de los mercados, predecir el futuro es una herramienta muy importante para las empresas, negocios e instituciones tanto públicas como privadas. Los pronósticos ayudan a la planeación de la administración de empresas, en la construcción de los diferentes modelos financieros que se elaboran en las organizaciones, para ello estudiaremos los principales tipos de pronósticos que existen.

4.4. MODELOS DE PRONÓSTICOS

El estudio de los pronósticos puede hacerse a partir de dos métodos científicos: el método cualitativo y el método cuantitativo.

4.4.1. Métodos cualitativos

Son los que se conforman a partir de las creencias, expectativas, y los juicios subjetivos de quien elabora el pronóstico, para obtener estimaciones cuantitativas. Este tipo de método se utiliza cuando no existen datos suficientes para elaborar el pronóstico, o cuando son difíciles de manipular numéricamente. Para realizar estos pronósticos se recurre a personas expertas de diversas disciplinas que pueden aportar juicios basados en la experiencia que sean útiles para los fines del pronóstico. Entre estos métodos se tiene el método Delphi, Consenso de un Panel, Investigación de Mercados y la Analogía Histórica.

4.4.2. Métodos cuantitativos

Estos métodos son más precisos, ya que la información que se utiliza se puede manipular numéricamente. Para emplear estos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe contar con información histórica de la variable que se desea pronosticar.
- Se puede contar con información estadística que permita ver la relación existente entre la variable dependiente y la independiente al lograr el pronóstico.
- Se puede suponer que el patrón de comportamiento de una variable se repetirá en el futuro.

Existen dos clases de métodos cuantitativos aplicables al pronóstico: el análisis de series de tiempo y los métodos causales.

4.4.2.1. Métodos series de tiempo

Este método de la serie de tiempo, es un conjunto ordenado de datos de una variable determinada, registrada a lo largo del tiempo. Se utiliza cuando se recurre a tendencias pasadas, históricas o presentes con el fin de proyectar tendencias al futuro. Con este método, el objetivo es obtener un patrón de variación que sigue la serie de datos histórica, y proyectar ese patrón hacia el futuro.

Componentes de una serie de tiempo:

La variación de una serie de tiempo está en función de cuatro componentes:

Serie de tiempo = f(tendencia,ciclo,estacionalidad) + error

Tendencia o variación secular:

Es un movimiento ascendente o descendente que en un largo plazo presenta una serie de tiempo. Por lo general, la tendencia se explica a partir de otra variable, por ejemplo la tendencia que sigue el índice general de la bolsa de Colombia COLCAP, depende del comportamiento de los precios de las acciones.

Variación cíclica:

Consiste en un movimiento oscilatorio no periódico, que puede darse debido a fluctuaciones económicas que se registran a lo largo de la tendencia; en el mediano y largo plazo es difícil de medir los cambios de los ciclos. Ejemplo, los ciclos de auge y recesión de los negocios producto de la variación de la oferta y la demanda.

Variación estacional o periódica:

Este es un cambio periódico que se debe a factores físicos, como el tiempo, economía, los mercados, en el corto plazo, por lo regular se considera un periodo de un año. Es posible precisar su variación estacional.

Variación irregular o aleatoria o error:

Son variaciones que se presentan en una forma impredecible e incontrolable, como por ejemplo, las huelgas, conflictos bélicos, tormentas.

Los métodos de serie de tiempo se subdividen en dos grupos; un grupo integrado por los métodos de promedios móviles, suavización exponencial y el método de Box – Jenkins, los cuales consideran identificado el patrón completo, que sigue la serie de tiempo, para luego proyectarlo hacia el futuro, pronosticar sobre la variable en estudio. El segundo grupo que lo conforman el método de descomposición de series de tiempo, a diferencia de los métodos anteriores, este aísla los cuatro componentes de la serie de tiempo y los analiza por separado y luego los integra en un modelo, para pronosticar el comportamiento de la variable.

4.4.2.2. Submétodos de la serie de tiempo:

4.4.2.2.1. Método de los Promedios Móviles:

La técnica del promedio móvil genera el pronóstico del periodo de interés, tomando el promedio de la variable actual, de los “n” periodos pasados. Se debe escoger el valor de n según ciertos experimentos. El objetivo del promedio móvil es incluir el suficiente número de periodos de tiempo para que se eliminen las fluctuaciones aleatorias.

Se calcula el promedio móvil en el periodo de tiempo, cambiando e incrementando nuevos datos y eliminando los obsoletos; es decir, en cada periodo al seleccionar los datos disponibles para calcular el promedio, se incluyen los recientes y se excluyen los más antiguos. Esta técnica da más peso a los más recientes.

$$P_{i+1} = \frac{(X_1 + X_{i-1} + X_{i-2} + \cdots + X_{i-N+1})}{N}$$

4.4.2.2.2. Promedio aritmético

Los promedios aritméticos son simplemente la suma de observaciones pasadas de las variables de interés, dividida entre el número de observaciones. Supongamos que esta variable de interés es la demanda.

$$\hat{y} = \frac{\sum_{j=1}^{n} y}{n}$$

Donde:

Y_i = demanda actual en el periodo i.

n = número de periodos.

El promedio aritmético tiene la potencialidad de eliminar las fluctuaciones aleatorias, pero no considera la tendencia de la demanda ni las fluctuaciones estacionales.

Con relación a cuántos periodos emplear, es difícil especificar sin examinar ciertas condiciones. Si usamos pocos periodos las fluctuaciones del pronóstico será amplia y las variaciones tendrán influencia sobre la variable; y si usamos muchos periodos el promedio será casi estable, tanto que no se podrá detectar la tendencia de la variable. Si existe tendencia en la variable en estudio, el promedio móvil siempre estará atrás del promedio del periodo.

4.4.2.3.Método de suavización exponencial

El método suavizado exponencial está diseñado para usar el error de pronóstico en un periodo, a fin de corregir y mejorar el pronóstico del siguiente periodo.

Por otro lado, la constante de suavizado es una fracción que se especifica para determinar el grado en el cual el pronóstico del siguiente periodo se ve influido por el error de pronóstico actual.

En general, mientras más cerca esté α de 1, más grande es la fracción del error de pronóstico que atribuye a α un cambio real. De manera similar, mientras más cerca esté α de 0 más se ignora el error del pronóstico. Por tanto, mientras más crea que la demanda es relativamente estable, es decir, el error es resultado de una ocurrencia aleatoria única, más pequeño debe elegir el valor de α. Aunque su propio criterio, experiencia y conocimiento del mercado son importantes en la determinación de un valor apropiado para α, la experiencia empírica ha mostrado que un valor entre 0.1 y 0.30 a menudo da pronósticos confiables.

Puede elegir, sin embargo, un valor mayor para α durante un periodo corto en el caso de que espere que el nivel A de la demanda cambie permanentemente en el futuro inmediato debido a circunstancias especiales (por ejemplo, como resultado de una agresiva campaña promocional). Una vez que el nivel calculado del modelo de pronóstico ha cambiado de acuerdo con estas circunstancias especiales, puede revertir a un valor menor de α.

Para un valor específico de α se usa el suavizado exponencial para modificar su estimación anterior de A del periodo (t – 1), que es el pronóstico Ft-1, con el propósito de crear una estimación de A y por tanto el pronóstico Ft, para el siguiente periodo.

[Pronóstico para] = {pronóstico anterior} + {error de pronóstico}

El periodo t-1 para el periodo (t-1) en el periodo (t-1)

$$F_t = F_{t-1} + \alpha*(D_{t-1} - F_{t-1})$$

4.4.2.4. Método de Box – Jenkins:

Se le conoce como modelo ARIMA, (Autogressesive, Integrated, Moving, Average Model). Este modelo consiste en encontrar un modelo matemático que más se ajuste al método de series de tiempo; es decir el que arroje el menor error cuadrado medio.

Para hallar el modelo óptimo; primero se debe eliminar por diferenciación cualquier tendencia que presente la serie; el grado de diferenciación requerido para estacionar una serie se denota por “d”. Luego, se define el número de términos autorregresivos, denotados por “p” al igual que el número de promedios móviles, denotados por “q”, una vez definidos los parámetros d, p, q el modelo resultante se conoce como ARIMA, y es el que emplea para pronosticar valores futuros de la variable a analizar. Este modelo se utiliza para pronosticar a corto plazo, es decir a tres meses, seis meses o un año; es muy utilizado en producción, control de inventarios, planificación financiera, planificación de proyectos de inversión. Es un método que se caracteriza por su exactitud, sin embargo, su técnica es muy compleja, lo que lo hace bastante costoso.

4.5. MÉTODO APLICATIVO ESTÁTICO

Se plantea un caso de cómo aplicar los métodos cualitativos de pronósticos a una empresa, ya que son menores los costos y su elaboración requiere de menor grado de especialización, de tal forma que a medida que progrese requiera de implementar métodos cuantitativos más sofisticados.

Supongamos que el día 1 de octubre de 2008 el jefe de ventas de la empresa “Maderas S. A”, se encontraba en su oficina planeando realizar pronósticos para el año 2009 de las ventas en unidades de los productos que vende la empresa en el mercado local. Justo antes de salir de su oficina su secretaria le

entregó un memorando firmado por el gerente de la empresa, en el que le solicitaba preparar un pronóstico para analizarlo en la siguiente reunión de trabajo que se efectuaría en la próxima semana.

La empresa "Maderas S. A" se encuentra ubicada en la ciudad X y se dedica a la fabricación y venta de artículos de madera. El producto se distribuye desde la fábrica a los diferentes almacenes regionales, que posteriormente realizan su venta.

Con el fin de elaborar el pronóstico requerido, el jefe de ventas recolectó información sobre las ventas mensuales en unidades de los años 2007 y 2008 como aparece en la siguiente tabla.

AÑO 2007			AÑO 2008		
Periodo	**Mes**	**Ventas(u)**	**Periodo**	**Mes**	**Ventas(u)**
1	Enero	500	1	Enero	500
2	Febrero	600	2	Febrero	600
3	Marzo	450	3	Marzo	450
4	Abril	650	4	Abril	650
5	Mayo	550	5	Mayo	550
6	Junio	700	6	Junio	700
7	Julio	500	7	Julio	500
8	Agosto	850	8	Agosto	850
9	Septiembre	500	9	Septiembre	500
10	Octubre	650	10	Octubre	650
11	Noviembre	600	11	Noviembre	600
12	Diciembre	800	12	Diciembre	800

El jefe de ventas desea elaborar un modelo para pronosticar las ventas del próximo año, para ello empleó los métodos más utilizados para realizar este tipo de proyección como son: regresión lineal, crecimiento exponencial, promedios móviles, pronósticos aleatorios y tasa de crecimiento. Espera además incluir un plan combinatorio que le permita seleccionar un método en particular y realizar un análisis de los resultados correspondientes.

Al elaborar el modelo se debe tener en cuenta los siguientes supuestos:

- Elaborar el modelo en Excel utilizando las herramientas que brinda este software.
- Las ventas mensuales en unidades de los años 2007 y 2008 son la base para pronosticar las ventas del año 2009.
- El pronóstico de ventas debe hacerse utilizando los siguientes métodos: regresión lineal, crecimiento exponencial, promedios móviles, pronóstico aleatorio y tasa de crecimiento.
- En la hoja de resultados debe incluirse un cuadro combinado que permita al usuario seleccionar un método de pronóstico y ver los resultados obtenidos.

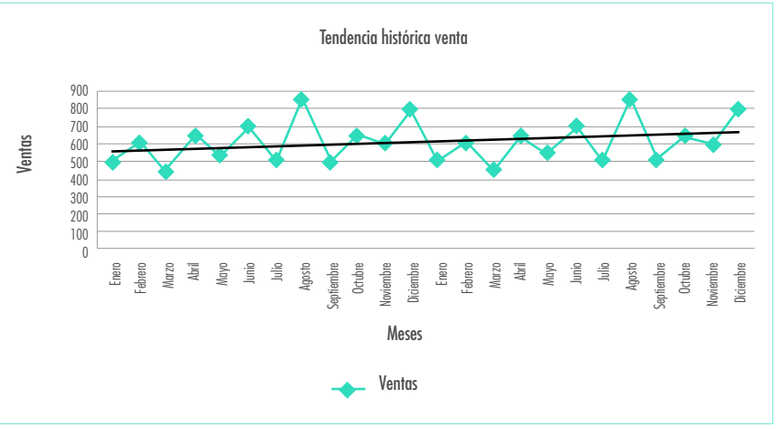
4.5.1. Modelo de solución al caso

Se realiza el modelo en Excel de la siguiente forma: Hoja 1, se coloca la información del problema, en la hoja 2 se elabora el gráfico de tendencias, en la hoja 3 el modelo, en la hoja 4 resultados. Al elaborar el modelo nos valemos de las funciones de Excel para estimar el pronóstico.

4.5.2. Gráfico de tendencias

La gráfica obtenida con la información disponible es la siguiente:

	MODELO EMPRESA MADERAS S.A								
MES	Método Lineal	Método Pronóstico	Método Exponencial	Método Promedio Moviles	Método Aleatorio	Método Tasa Crecimiento	Método Promedio Movil N=3	Método Suavizante α=,2	Ventas Futuras
	1	2	3	4	5	6	7	9	
25	663	663	652	559	794	862	683	#N/A	683
26	667	667	656	673	817	928	656	500	656
27	671	671	660	506	815	999	728	580	728
28	675	675	665	734	642	1076	800	476	800
29	679	679	669	623	729	1159	872	615	872
30	683	683	673	767	745	1248	944	563	944
31	687	687	677	539	688	1344	1017	673	1017
32	691	691	682	876	806	1447	1089	535	1089
33	695	695	686	511	564	1559	1161	787	1161
34	699	699	691	645	791	1679	1233	557	1233
35	703	703	695	595	823	1808	1306	631	1306
36	708	708	700	760	588	1947	1378	606	1378



Donde se puede observar que las ventas tienen un comportamiento variable durante cada mes, registrándose tendencia normal de ventas al comienzo del año y un aumento significativo en los meses de julio a septiembre del año, y vuelve a tener tendencia al aumento al final del año.

4.5.3. Modelo financiero

El modelo que se plantea viene con cada uno de los métodos de pronósticos.

SELECCIONAR TIPO DE PRONÓSTICO	Metodo Suavizante	
PERIODOS	VENTAS	
25	680	
26	500	
27	580	
28	476	
29	615	
30	563	
31	673	
32	535	
33	787	
34	557	
35	631	
36	606	

MODELO EMPRESA MADERAS S.A									
M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	
25	663	663	652	559	492	862	683	680	680
26	667	667	656	673	472	928	656	500	500
27	671	671	660	506	764	999	728	580	580
28	675	675	665	734	596	1076	800	476	476
29	679	679	669	623	765	1159	872	615	615
30	683	683	673	795	804	1248	944	563	563
31	687	687	677	569	456	1344	1017	673	673
32	691	691	682	971	734	1447	1082	535	535
33	695	695	686	573	659	1559	1161	787	787
34	699	699	691	747	796	1679	1233	557	557
35	793	703	695	691	538	1808	1306	631	631
36	708	708	700	924	502	1947	1378	606	606

Pronostico según método
Fuente. Elaboración propia

Nota: Se hacen las siguientes abreviaturas por nombre de columna

1= Método lineal

2= Método pronóstico

3= Método exponencial

4= Método promedio móvil

5= Método Aleatorio

6= Método tasa de crecimiento

7=Método promedio móvil N=3

8=Método suavizante α = 0.2

9= Ventas futuras

Donde se registra en cada uno el pronóstico obtenido, y al final se tienen las ventas según predicción, estos métodos fueron utilizados a partir de las funciones de Excel.

4.5.4. Resultados

Como resultado se tiene la hoja con las ventas pronosticadas y su tendencia. Además, mediante un botón se puede ir actualizando cada método con el fin de determinar cuál es más conveniente para la toma de decisiones, según lo requerido por la gerencia. También se puede observar la gráfica de tendencias, la cual va indicando cómo es el comportamiento de estos pronósticos de ventas periódicamente.

4.6. MODELOS APLICATIVOS DINÁMICOS

Como modelos dinámicos, se consideran aquellos que miden la incertidumbre de los tiempos futuros de las cosas; entre estos tenemos los modelos de regresión múltiple, series de tiempo, los avanzados como econométricos, ARIMA, Auto ARIMA, GARCH, Cadenas de Markov, Redes Neuronales, entre otros.

En este caso, se aplicará mediante el software Risk Simulador un ejemplo ilustrativo a los modelos de serie de tiempo. Se analizará el comportamiento del precio externo del café colombiano promedio mensual. Para ello se toma de la base de datos de la Federación Colombiana de Cafeteros, el historial de los volúmenes de saco de café exportados por el exportador A Laumayer y Compañía Exportadores desde el año 2011 hasta abril del 2018 mensualmente; analizar su comportamiento y proyectar un año.

Sacos de café verde de 60 kg. equivalente real Exportados

A. LAUMAYER Y CIA. EXPORTADORES DE								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	50.477	32.218	31.321	49.430	38.687	37.828	41.667	32.090
Febrero	50.809	24.222	25.988	39.203	43.419	34.320	43.041	22.559
Marzo	43.027	17.383	22.527	37.549	25.187	34.232	30.038	25.227
Abril	34.594	16.056	15.893	25.370	30.016	24.210	13.640	13.090
Mayo	18.200	13.652	26.344	22.986	27.057	20.525	9.115	
Junio	12.849	23.197	21.537	19.678	27.938	18.519	17.009	
Julio	15.425	21.603	26.106	25.375	36.783	8.702	19.260	
Agosto	5.159	18.310	13.651	14.286	16.460	28.590	24.359	
Septiembre	14.234	17.815	19.144	22.404	23.418	19.784	20.209	
Octubre	25.229	21.548	20.952	40.521	23.770	34.275	26.220	
Noviembre	31.733	30.612	41.330	34.601	43.035	51.315	32.576	
Diciembre	48.349	44.874	44.989	38.096	49.834	52.462	40.023	

Volumen y valor de las exportaciones colombianas según exportador - 2018
Fuente. Federación Colombiana de Cafeteros

Solución

Al aplicar el software Risk Simulador inicialmente se toma la serie de datos y mediante la herramienta pronóstico se selecciona la opción serie de tiempo y al correr determina la metodología apropiada para correr con el simulador, como se observa en la figura 10.

SEGUNDO MEJOR MODELO: MULTIPLICATIVO DE HOLT-WINTER			
Alfa	0,1476	Alfa	0,1476
Gamma	0,4996	Beta	0,0001
Estacionalidad	12	Gamma	0,4997
RMSE	7621,4588	Estacionalidad	12
MSE	58086633,5921	RMSE	7621,8106
MAD	6089,9360	MSE	58091997,2870
MAPE	26,28%	MAD	6090,2859
U de Theil	0,8164	MAPE	26,28%
		U de Theil	0,8164

CUARTO MEJOR MODELO: ADITIVO DE HOLT-WINTER			
Alfa	0,1343	Alfa	0,0647
Gamma	0,4563	Beta	0,0001
Estacionalidad	12	Gamma	0,4312
RMSE	7707,1804	Estacionalidad	12
MSE	59400630,0421	RMSE	7769,9844
MAD	6189,0527	MSE	60372657,7259
MAPE	26,64%	MAD	6274,0788
U de Theil	0,8509	MAPE	26,96%
		U de Theil	0,8273

SEXTO MEJOR MODELO: SUAVIZADO EXPONENCIAL SIMPLE			
Alfa	0,9430	Alfa	0,9430
Beta	0,0001	RMSE	9487,7939
RMSE	9316,9430	MSE	90018232,4772
MSE	86805426,1214	MAD	7678,8767
MAD	7545,6583	MAPE	31,75%
MAPE	31,41%	U de Theil	0,9864
U de Theil	0,9865		

OCTAVO MEJOR MODELO: PROMEDIO MÓVIL DOBLE			
	13		13
RMSE	10048,5067	RMSE	10952,8882
MSE	100972486,2308	MSE	119965759,1783
MAD	8054,0421	MAD	8816,3323
MAPE	35,63%	MAPE	39,28%
U de Theil	0,9489	U de Theil	1,0137

Figura 8. Identificación de la función distribución
Fuente: Elaboración risk simulador

A partir de esto, sabemos que el mejor método para aplicar a la serie de datos es el modelo de multiplicativo estacional, y como segunda posibilidad está el modelo multiplicativo de Holt-Winter. La forma como el software selecciona el método es a través del RMSE tomando el menor de los obtenidos. La prueba que mejor se ajusta para el pronóstico del multiplicativo estacional es la media de la raíz cuadrada de los errores al cuadrado (RMSE - Root Mean Squared Error). Esta calcula la raíz cuadrada de la desviación al cuadrado promedio de los valores ajustados contra los datos actuales.

MULTIPLICATIVO ESTACIONAL			
Alfa, Gamma	**RMSE**	**Alfa, Gamma**	**RMSE**
0,00, 0,00	9781,029	0,60, 0,60	9028,925
0,10, 0,10	9141,669	0,70, 0,70	9544,954
0,20, 0,20	8648,333	0,80, 0,80	10323,485
0,30, 0,30	8479,254	0,90, 0,90	11630,967
0,40, 0,40	8507,468	1,00, 1,00	14549,134
0,50, 0,50	8691,712		

El análisis se llevó a cabo con
alfa = 0,1476, gamma = 0,4996, y
estacionalidad = 12

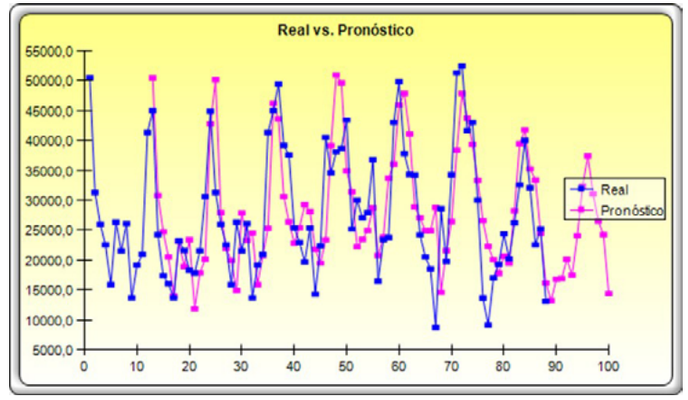
Figura 9. Multiplicativo estacional
Fuente: Elaboración software risk simulador

Las medidas de error obtenidas fueron:

Medidas de Error	
RMSE	7621,4588
MSE	58086633,5921
MAD	6089,9360
MAPE	26,28%
U de Theil	0,8164

Donde el menor valor es del RMSE con 7621,4588 para un valor del U. de Thell estadístico que mide el grado de credibilidad del pronóstico del modelo con un valor de 0,8164. Es decir, si el valor de U. de Thell es menor de 1.0 entonces el método utilizado para el pronóstico proporciona un estimado estadísticamente mejor que adivinado.

El gráfico de los datos nos indica la tendencia de los datos como el comportamiento de los proyectados.



Gráfica 12. Pronóstico real vs pronosticado
Fuente. Elaboración software Risk Simulador

Donde a futuro, las exportaciones de café verde estimadas para el año proyectado tienden a ser variantes según comportamiento de los precios internacionales.

Pronóstico 89	13224,58
Pronóstico 90	16808,73
Pronóstico 91	16891,63
Pronóstico 92	20128,57
Pronóstico 93	17489,59
Pronóstico 94	24062,54
Pronóstico 95	32366,68
Pronóstico 96	37400,58
Pronóstico 97	31080,31
Pronóstico 98	26550,86
Pronóstico 99	24219,91
Pronóstico 100	14390,40

Así, los últimos meses tiende a la baja ante las cifras provisionales que corresponden al valor declarado provisional por el exportador.

Si se desea aplicar un modelo más avanzado de pronóstico, es posible utilizar los modelos autor regresivos o de medias móviles ARIMA, los cuales veremos aplicados en el siguiente ejemplo.

Suponga que se tiene del índice COLCAP la información del comportamiento durante el primer semestre del año 2015 obtenida de la Bolsa de Valores de Colombia. Se desea estimar cuál sería el pronóstico del índice para los siguientes 5 meses.

1	1.483,89	1.408,20	1.342,89	1.304,62	1.396,35	1.301,17
2	1.418,74	1.436,19	1.317,12	1.329,80	1.401,16	1.309,26
3	1.419,92	1.428,45	1.321,63	1.350,52	1.418,06	1.311,78
4	1.433,37	1.434,46	1,311,62	1.355,85	1.411,22	1.309,09
5	1.412,20	1.437,03	1.280,43	1.344,58	1,378.004	1.320,31
6	1.426,77	1.425,57	1.257,87	1.350,77	1.367,28	1.319,23
7	1.412,20	1.402,65	1.249,94	1.347,80	1.366,06	1.323,54
8	1.387,56	1.381,74	1.249,83	1.357,47	1.361,80	1.333,75
9	1.380,65	1.381,46	1.269,88	1.358,76	1.358,35	1.330,18
10	1.376,30	1.397,81	1.281,95	1.362,53	1.360,76	1.321,10
11	1.376,17	1.398,97	1.288,16	1.367,14	1.357,00	1.320,69
12	1.377,29	1.397,20	1.288,60	1.363,89	1.368,58	1.325,80
13	1.388,17	1.397,93	1.304,89	1.347,89	1.363,42	1.307,51
14	1.411,78	1.386,78	1.297,34	1.330,31	1.356,61	1.313,33
15	1.423,28	1.368,85	1.292,36	1.346,53	1.353,62	1.332,08
16	1.426,48	1.375,86	1,284,87	1.357,85	1.347,77	1.329,42
17	1.423,89	1.365,36	1.297,88	1.374,49	1.336,89	1.313,83
18	1.407,79	1.362,71	1.300,04	1.392,29	1.310,79	1.321,82
19	1.407,92	1.361,95	1.294,90	1.411,62	1.307,17	1.331,35
20	1.389,00	1.367,58	1.297,14	1.405,71	1.306,62	

Índice COLCAP comportamiento de su valor durante enero a junio del 2015
Fuente. Elaboración propia

Solución

Aplicando el modelo avanzado del ARIMA que trae el software Risk Simulador se hace el estimativo del pronóstico. Para ello se utiliza el modelo auto ARIMA con el fin de ver los parámetros p, d, q, necesarios para correr el modelo. Obteniéndose los siguientes valores.

AUTO-ARIMA (Modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles)						
	R Cuadrado	Criterio de Información	Criterio de	Estadístico (DW)	Número de	Modelo
	Ajustado	Akaike (AIC)	Schwarz (SC)	Durbin-Watson	Iteraciones	Número
P=2, D=0, Q=1	0,9394	7,5913	7,7542	1,9639	84	1
P=2, D=0, Q=0	0,9355	7,6604	7,7825	1,7169	0	2
P=1, D=0, Q=1	0,9260	7,8721	7,9934	1,8159	11	3
P=1, D=0, Q=0	0,9174	7,9916	8,0725	1,2482	0	4
P=0, D=0, Q=2	0,7371	9,1187	9,2391	1,1742	34	5
P=0, D=0, Q=1	0,5790	9,5940	9,6743	0,7505	83	6
P=1, D=2, Q=1	0,2184	7,8737	7,9966	1,4981	28	7
P=0, D=2, Q=2	0,1327	8,0715	8,1936	1,7838	8	8
P=1, D=1, Q=1	0,1325	7,6284	7,7505	1,9950	7	9
P=2, D=1, Q=0	0,1259	7,7099	7,8328	1,9641	0	10
P=1, D=1, Q=2	0,1248	7,6283	7,7911	1,9992	11	11
P=2, D=1, Q=1	0,1245	7,7026	7,8665	2,0011	18	12
P=2, D=2, Q=0	0,1231	7,9277	8,0515	2,1244	0	13
P=1, D=1, Q=0	0,0816	7,6935	7,7749	1,7326	0	14
P=0, D=1, Q=1	0,0768	7,9662	8,0471	1,7986	6	15
P=0, D=1, Q=0	0,0000	8,0547	8,0951	1,2704	0	16
P=0, D=2, Q=0	0,0000	8,2298	8,2705	2,1898	0	17
P=2, D=2, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18
P=2, D=0, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19
P=1, D=2, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20

Resultados Modelo Auto – Arima
Fuente. Elaboración propia

Se toma el primer valor donde p=2; d=0; q=1 y con estos parámetros se corre el modelo ARIMA.

Un resumen de los estadísticos principales son los siguientes:

ARIMA (MODELOS AUTORREGRESIVOS INTEGRADOS DE MEDIAS MÓVILES)			
Estadísticas de la Regresión			
R-Cuadrado (Coeficiente de Determinación)	0,9409	Criterio de Información Akaike (AIC)	7,5913
R-Cuadrado Ajustado	0,9394	Criterio Schwarz (SC)	7,7542
R-Múltiple (Coeficiente de Correlación Múltiple)	0,9700	Logaritmo Probabilidad	-444,09
Error Estándar Estimado (EEy*)	45,98	Estadístico Durbin-Watson (DW)	1,9639
Número de Observaciones	117	Número de Iteraciones	84

Figura 10. Resumen Estadísticas Regresión
Fuente: Elaboración Software Risk Simulador

El coeficiente de determinación es de 0,9409, lo que significa que la variable del valor del COLCAP es explicada por la variable tiempo. El coeficiente de correlación múltiple de 0,97 mide la correlación entre la variable dependiente "y" con respecto a la variable ajustada "y*" que es buena; el error estándar estimado de 45,98 nos indica la dispersión por encima o por debajo de la línea de regresión, que es alta; el estadístico del Durbin Wason de 1,9639 es positivo ya que está por debajo de 2 que es lo indicado, este nos muestra la correlación serial de los residuales.

En cuanto a los resultados de la regresión tenemos:

RESULTADOS DE LA REGRESIÓN					
	Intercepto	AR(1)	AR(2)	MA(1)	
Coeficientes	92,0071	0,8819	0,0497	0,4764513	
Error Estándar	46,2764	0,1376	0,1277	0,1372135	
Estadístico t	1,9882	6,4095	0,3890	3,4723354	
P-Value	0,0492	0,0000	0,6980	0,000732	
Menor a 5%	168,7542	1,1100	0,2615	0,704013	
Mayor a 95%	15,2601	0,6537	-0,1621	0,2488895	
Grados de Libertad				**Prueba de Hipótesis**	
Grados de Libertad para la Regresión			3	Estadístico t Crítico (99% confianza con diferencia de 113)	2,6200
Grados de Libertad Residual			113	Estadístico t Crítico (95% confianza con diferencia de 113)	1,9812
Grados de Libertad Totales			116	Estadístico t Crítico (90% confianza con diferencia de 113)	1,6585

Figura 11. Resumen Resultados Regresión
Fuente: Elaboración Software Risk Simulador

El error estándar mide qué tan exactos son los pronósticos de los coeficientes dados en el modelo de ejemplo es de 46,27 y un 53,73 lo están afectando otros factores externos no considerados. El estadístico t se compara con el estadístico crítico dando como resultado que está a un nivel de confianza del 95% por encima. Este estadístico es muy importante ya que calcula si cada uno de los coeficientes es estadísticamente significativo en presencia de otros regresores.

Otros estadísticos importantes obtenidos son:

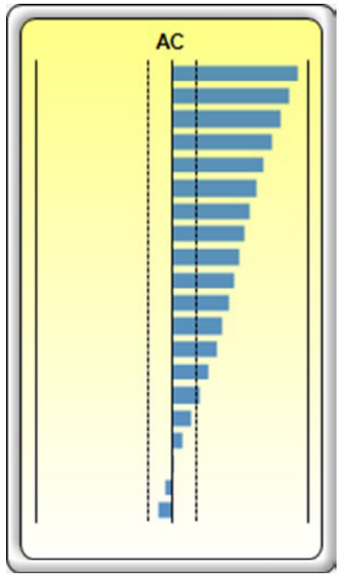
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Suma de Cuadrados	Suma del Promedio de Cuadrados	Estadístico F	Valor P	Prueba de Hipótesis	
Regresión	230747,1	76915,7	599,9	0,0000	Estadístico F Crítico (99% confianza con diferencia de 3 y 113)	3,9598
Residual	14488,13	128,21			Estadístico F Crítico (95% confianza con diferencia de 3 y 113)	2,6849
Total	245235,3				Estadístico F Crítico (90% confianza con diferencia de 3 y 113)	2,1329

Este análisis de varianza proporciona una prueba con el estadístico F, la cual busca las propiedades de los coeficientes. Entre más grande sea el valor del estadístico F más significativo es el modelo, en este caso 599,9 significativo.

El valor P es cero (0) para un nivel de 0,05 de error, por lo que se considera significativo.

En cuanto a la autocorrelación se tiene que AC es diferente de cero, lo que significa que la serie de tiempo está ordenada serialmente y está correlacionada.

Como la serie decrece significa que sigue un proceso autorregresivo de orden bajo, como se aprecia en la gráfica 13.



Gráfica 13. Pronóstico real vs pronosticado
Fuente: Elaboración Software Risk Simulador

Pronóstico

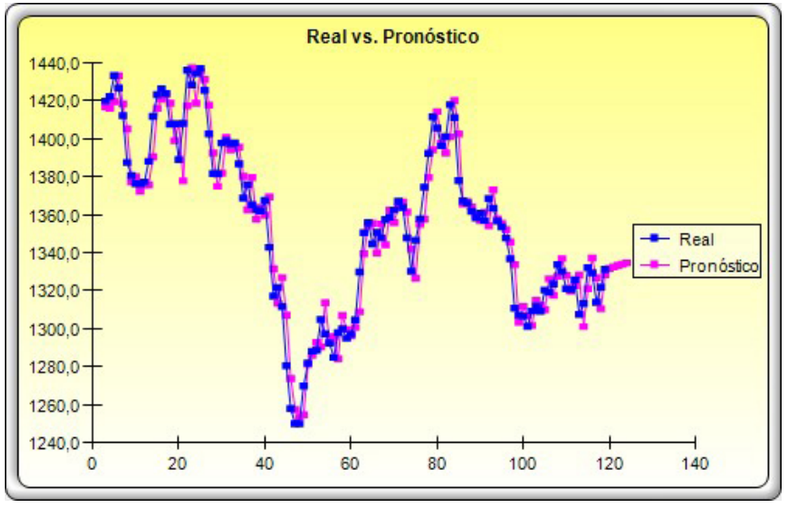
RMSE: 11,1279			
Período	**Real (Y)**	**Pronóstico (F)**	**Error (E)**
3	1419,9200	1.416,8659	3,0541
4	1422,200	1.416,1247	6,0753
5	1433,3700	1.419,6334	13,7366
6	1426,7700	1.433,2473	(6,4773)
7	1412,2000	1.418,3511	(61511)
8	1387,5600	1.405,3299	(17,7699)
9	1380,6500	1.377,3411	3,3089
10	1376,3000	1.380,0662	(3,7662)
11	1376,1700	1.372,5159	3,6541
12	1377,2900	1.375,7205	1,5695
13	1388,1700	1.375,7085	12,4615
14	1411,7800	1.390,5483	21,2317
15	1423,2800	1.416,0882	7,1918
16	1426,4800	1.420,7133	5,7667
17	1423,8900	1.423,4277	0,4623
18	1407,7900	1.418,7754	(10,9854)
19	1407,9200	1.398,9945	8,9255
20	1389,0000	1.407,7958	(18,7958)
21	1408,2000	1.377,9096	30,2904
22	1436,1900	1.417,2884	18,9016
23	1428,4500	1.437,4994	(9,0494)
24	1434,4600	1.418,7472	15,7128
25	1437,0300	1.435,4606	1,5694
26	1425,5700	1.431,2870	(5,7170)
27	1402,6500	1.417,8370	(15,1870)
28	1381,7400	1.392,5433	(10,8033)
29	1381,4600	1.375,0534	6,4066
30	1397,8100	1.381,9673	15,8427
31	1398,9700	1.400,8676	(1,8976)
32	1397,2000	1.394,2505	2,9495
33	1397,9300	1.395,0567	2,8733
34	1386,7800	1.395,5762	(8,7962)
35	1368,8500	1.380,2198	(11,3698)
36	1375,8600	1.362,6278	13,2322
37	1365,3600	1.379,6405	(14,2805)
38	1362,7100	1.357,6208	5,0892
39	1361,9500	1.363,9909	(2,0409)
40	1367,5800	1.359,7918	7,7882

Período	Real (Y)	Pronóstico (F)	Error (E)
41	1342,8900	1.369,4020	(26,5120)
42	1317,1200	1.331,5662	(14,4462)
43	1321,6300	1.313,3627	8,2673
44	1311,6200	1.326,8814	(15,2614)
45	1280,4300	1.307,0678	(26,6378)
46	1257,8700	1.273,6449	(15,7749)
47	1249,9400	1.257,3761	(7,4361)
48	1249,8300	1.253,2351	(3,4051)
49	1269,8800	1.254,6646	15,2154
50	1281,9500	1.281,2122	0,7378
51	1288,1600	1.285,9546	2,2054
52	1288,6000	1.292,7299	(4,1299)
53	1304,8900	1.290,4080	14,4820
54	1297,3400	1.313,6630	(16,3230)
55	1292,3600	1.293,1373	(0,7773)
56	1284,8700	1.295,7773	(10,9073)
57	1297,8800	1.284,0982	13,7818
58	1300,0400	1.306,9622	(6,9222)
59	1294,9000	1.299,6490	(4,7490)
60	1297,1400	1.296,2590	0,8810
61	1304,6200	1.300,6614	3,9586
62	1329,8000	1.308,8353	20,9647
63	1350,5200	1.339,5148	11,0052
64	1355,8500	1.354,2928	1,5572
65	1344,5800	1.355,5211	(10,9411)
66	1350,7700	1.339,8925	10,8775
67	1347,8000	1.355,1868	(7,3868)
68	1357,4700	1.344,1732	13,2968
69	1358,7600	1.362,4080	(3,6480)
70	1362,5300	1.355,9527	6,5773
71	1367,1400	1.364,2132	2,9268
72	1363,8900	1.366,7266	(2,8366)
73	1347,8900	1.361,3436	(13,4536)
74	1330,3100	1.342,0139	(11,7039)
75	1346,5300	1.326,5495	19,9805

Período	Real (Y)	Pronóstico (F)	Error (E)
76	1357,8500	1.355,0759	2,7741
77	1374,4900	1.357,6664	16,8236
78	1392,2900	1.379,5969	12,6931
79	1411,6200	1.394,1528	17,4672
80	1405,7100	1.414,3582	(8,6482)
81	1396,3500	1.397,6641	(1,3141)
82	1401,1600	1.392,6106	8,5494
83	1418,0600	1.401,0868	16,9732
84	1411,2200	1.420,2427	(9,0227)
85	1378,0400	1.402,6647	(24,6247)
86	1367,2800	1.365,6311	1,6489
87	1366,0600	1.367,0118	(0,9518)
89	1361,8000	1.364,1622	(2,3622)
90	1360,7600	1.356,9140	3,8460
91	1357,0000	1.361,3306	(4,3306)
92	1368,5800	1.354,2388	14,3412
93	1363,4200	1.373,1601	(9,7401)
94	1356,6100	1.357,7115	(1,1015)
95	1353,6200	1.355,5655	(1,9455)
96	1347,7700	1.352,1883	(4,4183)
97	1336,8900	1.345,7027	(8,8127)
98	1310,7900	1.333,7237	(22,9337)
99	1307,1700	1.303,4386	3,7314
100	1306,6200	1.311,6541	(5,0341)
101	1301,1700	1.306,8128	(5,6428)
102	1309,2600	1.301,6893	7,5707
103	1311,7800	1.314,8484	(3,0684)
104	1309,0900	1.312,4036	(3,3136)
105	1320,3100	1.310,0398	10,2702
106	1319,2300	1.326,2727	(7,0427)
107	1323,5400	1.317,6290	5,9110
108	1333,7500	1.327,5479	6,2021
109	1330,1800	1.336,9045	(6,7245)
110	1321,1000	1.328,1047	(7,0047)
111	1320,6900	1.319,7865	0,9035

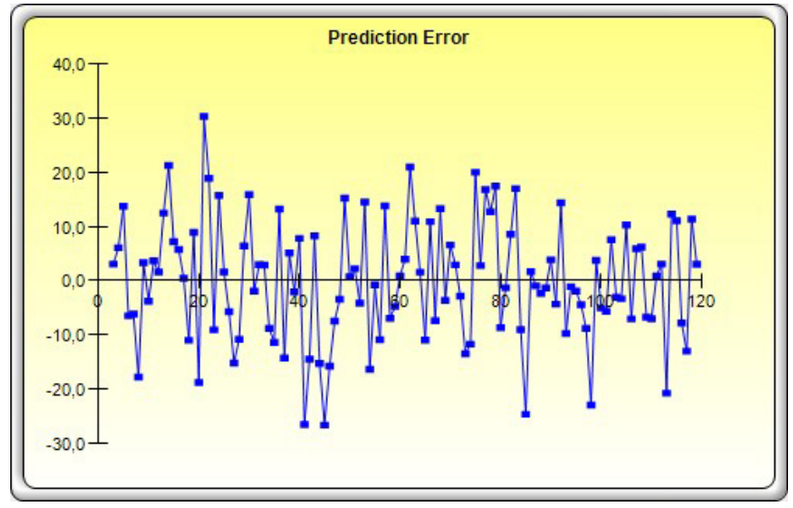
Período	Real (Y)	Pronóstico (F)	Error (E)
112	1325,8000	1.322,7417	3,0583
113	1307,5100	1.328,2543	(20,7443)
114	1313,3300	1.301,0382	12,2918
115	1332,0800	1.321,0020	11,0780
116	1329,4200	1.337,2477	(7,8277)
117	1313,8300	1.326,8259	(12,9959)
118	1321,8200	1.310,4831	11,3369
119	1331,3500	1.328,3480	3,0020
120		1.331,7476	
121		1.332,5718	
122		1.333,3184	
123		1.334,0177	
124		1.334,6715	

Gráficamente se tiene:



Gráfica 14. Pronóstico real vs pronosticado COLCAP
Fuente: Elaboración Software Risk Simulador

Esta gráfica muestra la representación de los valores reales de los datos del COLCAP y los valores pronosticados, donde se registra una caída en marzo del 2015 bastante significativa del índice y luego vuelve a recuperarse con variaciones menos significativas hasta obtener un crecimiento moderado en los últimos días del semestre.



Gráfica 15. Predicción del error del pronóstico
Fuente: Elaboración Software Risk Simulador

En cuanto al gráfico de los errores obtenidos entre los valores reales y los pronosticados presentan una variación muy significativa durante el periodo analizado con respecto a la línea central cero.

GLOSARIO

C

Capital de trabajo: recursos que poseen las empresas en un momento dado para realizar operaciones al inicio de un periodo de gestión.

D

Determinísticos: son valores que se conocen históricamente.

Dividendos: es el beneficio obtenido por los inversionistas en las inversiones en activos financieros que cotizan en bolsa.

E

Estocásticos: son valores inciertos que no se conocen.

M

Modelo de simulación: es la observación de una decisión que se encuentra bajo riesgo.

Modelo financiero: es la abstracción a una situación económica financiera de una empresa u organización que sirve como herramienta de gestión, permite proyectar los resultados futuros de las decisiones que se planean tomar en el presente.

Modelo matemático: representación algorítmica de un problema dado, que posee una función y unas limitaciones de recursos.

Modelo: es la representación abstracta de una situación real de un problema dado.

O

Optimización: son los valores obtenidos de las variables según función matemática y restricciones dadas.

P

Predicción: es la acción y el efecto de estimar una serie de datos temporalmente.

R

Rendimiento: beneficio logrado al realizar una inversión en un momento dado.

S

Simulación: abstracción de un problema real en otro similar mediante técnicas algorítmicas.

V

Valor medio del flujo de caja: es el método de valoración de inversiones; que mide el valor medio de los beneficios generados por cada unidad monetaria realizada en la inversión de un proyecto.

Variables aleatorias: variables que contienen ciertos niveles de incertidumbre.

REFERENCIAS

Alemán Castilla, M., y González Zavaleta, E. (2007). Modelos Financieros en Excel. México: Compañía Editorial Continente.

Economia. (22 de 06 de 2018). Riesgo país y el EMBI. Obtenido de https://www.economia.com.mx/riesgo_pais_y_el_embi.htm

Enciclopedia de Contenidos. (16 de 06 de 2018). Definición de modelo. Obtenido de Concepto.de: http://concepto.de/modelo/

González, M. P. (2009). Técnicas de predicción económica. Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística) Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad del País Vasco (UPV-EHU). Recuperado de https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12493/05-09pil.pdf?sequence=1

Quijano Mejía, R. C. (2013). Identificación de riesgos. Obtenido de https://docplayer.es/52231975-Identificacion-de-riesgos-rubi-consuelo-mejia-quijano.html

Sánchez, W. (2 de 11 de 2016). El coeficiente beta como medida de riesgo. EBOUT Español. Recuperado de https://www.aboutespanol.com/el-coeficiente-beta-como-medida-de-riesgo-1088922

Bibliografía

Ángel Díaz, P. M., & Santacruz Martínez, J. C. (2009). Decisiones Financieras Bajo Incertidumbre. Bogotá D.C: Editorial Escuela de Ingenieros de Colombia.

Baena Toro, D. (2010). Análisis Financiero Enfoque y Proyecciones. Bogotá D.C: Ecoe Ediciones.

Godet, M. (1993). De la anticipación a la acción. Barcelona: Marcombo S.A .

Mayers , T., & Shank, T. (2009). Analisis Financiero Con Microsoft Excel. Mexico: 5o Edicción .

Taleb, N. N. (2007). El cisne negro: el impacto de lo altamente improbable. Madrid: Ediciones Paidós Ibérica S.A.