



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL,
SU ANÁLISIS Y EVALUACIÓN COMO CRITERIOS
PARA LA TOMA DE DECISIONES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

P R E S E N T A :

MILTON VÍCTOR ARIAS FRAGOSO



TUTOR (A)
ACT. MARÍA AURORA VALDÉS MICHELL

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Técnicas de Presupuesto de Capital, su análisis y evaluación como
criterios para la toma de decisiones.

realizado por Milton Víctor Arias Fragoso

con número de cuenta 9023/23-2, pasante de la carrera de Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Act. María Aurora Valdés Michel

Propietario

Act. Marina Castillo Garduño

Propietario

Act. Enrique Maturano Rodríguez

Suplente

Act. Miguel Santa Rosa Sierra

Suplente

Act. Jorge Luis Silva Haro

Consejo Departamental de Matemáticas



Act. Jaime Vázquez Alamilla

FACULTAD DE CIENCIAS
CONSEJO DEPARTAMENTAL
DE
MATEMÁTICAS

“Si no somos capaces de soportar un sacrificio, nunca seremos dignos de obtener una victoria”

Mahatma Gandhi

“Las personas no son recordadas por el número de veces que fracasan, sino por el número de veces que tienen éxito”

Thomas A. Edison

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, quien me ha dado la fuerza y la inteligencia para superar obstáculos cualesquiera que estos sean.

A mis abuelos maternos, a mis padres y hermanos, a mi esposa, a mis suegros y a mis amigos en general.

A mis profesores de la UNAM.

A todas aquellas personas que en mi creyeron de una u otra forma y que depositaron su confianza.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis abuelos

Braulio Encarnación Fragoso Sandoval

y

Rebeca Bernal Alcántara

quienes con todo su apoyo otorgado sin pedir nada a cambio me dieron todo incondicionalmente para conseguir mis objetivos, en especial en lo que se refiere al estudio y a mi carrera profesional.

P.D. Muchas gracias. Descansen en paz.

TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL, SU ANÁLISIS Y EVALUACIÓN COMO CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **I**

CAPÍTULO 1 PROYECTOS DE INVERSIÓN

1.1. El proyecto de inversión.....	1
1.2. El proceso de inversión.....	2
1.2.1. El ciclo de vida en los proyectos de inversión.....	4
1.2.2. Modelo programático del proceso de inversión.....	6
1.2.2.1. La fase de identificación en proyectos de inversión.....	8
1.2.2.2. Formulación y evaluación en proyectos de inversión.....	10
1.2.2.2.1. El perfil como nivel de profundidad.....	16
1.2.2.2.2. La prefactibilidad como nivel de profundidad.....	17
1.2.2.2.3. La factibilidad como nivel de profundidad.....	18
1.2.2.3. Ingeniería del proyecto de inversión.....	20
1.2.2.4. La gestión de los recursos en un proyecto de inversión.....	23
1.2.2.5. Ejecución y puesta en marcha del proyecto de inversión.....	24
1.2.2.6. Operación y dirección en el proyecto de inversión.....	25

CAPÍTULO 2 EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

2.1. La evaluación en proyectos de inversión, base para la toma de decisiones.....	26
2.1.1. Los flujos de caja y su estimación.....	27
2.1.1.1. El presupuesto de efectivo.....	29
2.1.2. Modelos probabilísticos.....	31
2.1.3. El enfoque de la simulación.....	32
2.1.3.1. El Análisis del riesgo en proyectos de inversión mediante la simulación.....	37
2.1.4. Análisis de sensibilidad.....	40
2.1.5. Desviaciones en los flujos de efectivo esperados.....	50
2.1.6. Técnicas de evaluación en proyectos de inversión.....	51

CAPÍTULO 3

CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

3.1. El presupuesto de capital.....	53
3.1.1. Flujos de efectivo para el presupuesto de capital.....	54
3.1.1.1. El criterio del valor presente neto.....	58
3.1.1.2. El criterio de repetición de proyectos.....	78
3.1.1.3. El criterio del valor anual neto equivalente.....	82
3.1.1.4. El criterio de la tasa interna de retorno.....	84
3.1.1.4.1. Algoritmo de James C.T.Mao.....	90
3.1.1.5. El criterio de la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad.....	94
3.1.1.6. El criterio del período de recuperación.....	100
3.1.2. La evaluación en proyectos de inversión, criterio para el financiamiento.....	102

CAPÍTULO 4

CASO PRÁCTICO:

EMBOTELLADORA AGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

4.1. Aplicación de los criterios de evaluación en proyectos de inversión.....	111
4.1.1. Primer proyecto: Introducción de los dos nuevos productos al mercado.....	112
4.1.2. Segundo proyecto: Incentivos para ventas de productos ya existentes.....	128
4.2. Comparativo entre los proyectos de inversión.....	149

CONCLUSIONES.....

151

ANEXO

Modelo programático del proceso de inversión.....	154
Comparativo de los términos utilizados en el proceso de inversión por diversas instituciones.....	155
Relaciones financieras manifiestas.....	156
Datos ordenados resultantes de la simulación para el valor presente neto.....	157
Tabla de valores para la distribución Normal.....	159
Datos resultantes de la simulación para las ventas del producto A.....	160

BIBLIOGRAFÍA.....

161

INTRODUCCIÓN

Actualmente, es de vital importancia planear las decisiones que afectan al presupuesto de capital de una forma correcta mediante el análisis de diversos estudios valiéndose de herramientas estadísticas y financieras, es indispensable reducir el riesgo de errar al tomar una decisión importante así como también generar indicadores de tipo económico para poder medir el riesgo que comporta un proyecto de inversión.

Para elaborar un análisis en proyectos de inversión, la evaluación correcta de los mismos es importante, es en esta fase donde se jerarquiza según la rentabilidad todas las posibles propuestas y se seleccionan aquellas que mejor cumplen con criterios y restricciones, facilitando tomar las decisiones de una manera consistente.

El propósito en la elaboración del presente trabajo, es en primera instancia dar a conocer la teoría general para evaluar proyectos de inversión, además de los criterios comúnmente establecidos, se considera la importancia del análisis de riesgo, que es en definitiva uno de los aspectos primordiales en el que el actuario mediante modelos matemáticos y capacidad analítica, obtiene importantes conclusiones en proyectos que involucran riesgo e incertidumbre, se ayuda considerablemente a tomar decisiones bien fundamentadas reduciendo al máximo posible el riesgo de errar al momento de la ejecución en un proyecto de inversión.

En el capítulo 1 del presente trabajo se expone la finalidad que se pretende cumplir al preparar y evaluar los proyectos de inversión, así como también las relaciones existentes entre el proceso de inversión, el ciclo de vida en proyectos de inversión y la explicación de las diversas fases de desarrollo por las que transita un proyecto mediante el modelo programático del proceso de inversión.

La importancia específica que adquiere la fase de formulación y evaluación en proyectos de inversión, radica en comparar diversas alternativas con la finalidad de obtener un orden de importancia para su realización, y poder así recomendar la aceptación o rechazo de proyectos a través de niveles de profundidad denominados perfil, prefactibilidad y factibilidad.

En el capítulo 2 se expone el hecho de que la evaluación en proyectos de inversión, valiéndose de análisis basados en flujos de caja descontados junto con el uso de las técnicas de simulación y sensibilidad, aporta elementos significativos para apoyar la toma de decisiones. La estimación del riesgo en cuanto a las variables que componen el proyecto de inversión implica la necesidad de determinar los flujos de efectivo adicionales a la estimación más probable para poder evaluar correctamente un proyecto. Es posible añadir mejoras al modelo que se ha formulado cuando se toma en cuenta el análisis de la solución final y se sistematiza el control de esta solución para poder modificar el modelo cuando ocurren cambios en la vida real.

El capítulo 3 presenta criterios de flujo descontado para medir la rentabilidad de las inversiones evaluando los proyectos de inversión, algunos de estos criterios son el valor presente neto, valor anual neto equivalente, tasa interna de retorno, índice de rentabilidad y el período de recuperación. Una de las aplicaciones prácticas de la evaluación financiera en los proyectos de inversión es el hecho de demostrar que si el proyecto es técnicamente factible, económicamente viable y financieramente rentable, es posible en base a ciertos estudios que incluyen flujos futuros de efectivo, obtener el financiamiento requerido para llevar a cabo el proyecto. Además es posible utilizar la evaluación en proyectos de inversión para determinar la magnitud de los errores o las posibles desviaciones en los flujos de efectivo futuros obteniendo mayor información en cuanto al modelo y las variables del proyecto.

En el capítulo 4 se presenta un ejemplo práctico para mostrar la aplicación de los diversos criterios de evaluación en proyectos de inversión, su utilidad junto con la simulación y sensibilidad para dar el apoyo necesario a la toma de decisiones a través de los resultados determinados en la fase de evaluación en proyectos de inversión.

Finalmente, cabe mencionar que el proceso de inversión es todo un objeto propio de ser analizado y el presente trabajo enfoca su mayor parte a la fase de evaluación, aplicando diversos criterios junto con teoría de probabilidad y estadística para medir la rentabilidad de manera lógica en la selección de alternativas.

CAPÍTULO I

PROYECTOS DE INVERSIÓN

1.1. El proyecto de inversión

Un proyecto de inversión es aquella propuesta documentada, analizada técnica y económicamente, destinada a una futura unidad productiva, que prevé la obtención organizada de bienes o de servicios para satisfacer las necesidades físicas y psicosociales de una comunidad en un tiempo y espacio definidos.

Un proyecto de inversión pretende dar la mejor solución al problema económico que se ha planteado, contando siempre para su desarrollo con la disponibilidad necesaria de antecedentes e información que permita a su vez asignar de una forma racional los recursos escasos a la alternativa más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

La búsqueda de la solución óptima, se inicia desde antes de preparar y evaluar un proyecto de inversión, precisamente en el momento que es identificado un problema que va a solucionarse con algún tipo de propuesta o alguna oportunidad de negocios que pudiera ser tomada en cuenta, al buscar todas las opciones que conduzcan a la realización del objetivo previsto, cada opción deberá ser considerada un proyecto.

1.2. El proceso de inversión

El proceso de inversión es la actividad que consiste en asignar recursos económicos a los fines productivos por medio de la formulación bruta de capital fijo, tal propósito se realiza con la finalidad de recuperar y hacer crecer la magnitud de los recursos previamente asignados.

Desde la perspectiva en la macroeconomía, es la agregación de propuestas que se refieren a las iniciativas individuales aportadas por múltiples empresarios en diversos sectores y regiones, contribuyendo así, al desarrollo de la actividad económica.

El punto de vista en la microeconomía, dice que es la secuencia de acciones por parte de los empresarios para llevar a cabo sus ideas.

En cualquier caso, el proceso de inversión primero minimiza al consumo presente ahorrando e invirtiendo, obteniendo expectativas para un mayor consumo futuro.

El proceso de inversión es considerado como un objeto propio de ser analizado, a partir de las relaciones que se dan entre empresario y consumidor al momento de opinar sobre la viabilidad técnico-económica en un proyecto de inversión, se plantean y desarrollan sucesivamente las fases del ciclo de vida en los proyectos de inversión.

El proceso de inversión comprende cuatro etapas sucesivas e irreductibles:

- 1) Preinversión.- En su primera etapa se preparará el proyecto de inversión determinando la magnitud de inversiones, costos y beneficios. En una segunda etapa se evalúa el proyecto midiendo la rentabilidad de la inversión. Una vez seleccionada la mejor opción que cumple criterios y restricciones, es desarrollada una tercera etapa denominada ingeniería del proyecto la cual aporta elementos en materia de diseño, construcción y especificaciones técnicas. Estas tres etapas en la preinversión, apoyan sus análisis en información proveniente de las ciencias sociales y las ciencias exactas. De su conjugación en un sistema lógico, se obtiene la comprensión, explicación y perspectivas del proyecto de inversión.
- 2) Decisión.- Esta etapa trata de la gestión de recursos en un proyecto de inversión, es decir, definir el tipo de agrupación social para la producción, su formalización jurídica y la obtención de recursos necesarios pensando en realizar la inversión.
- 3) Inversión.- Consiste en la ejecución y puesta en marcha otorgando la infraestructura física, laboral y directiva al asignar y disponer en la práctica los recursos humanos, físicos y financieros requeridos por el proyecto de inversión.
- 4) Recuperación.- La recuperación de la inversión se logra con asignación de recursos operada eficientemente mediante la dirección y operación, alcanzando pronósticos en las ventas, costos y rentabilidad determinados previamente en la viabilidad, los recursos excedentes pueden destinarse al consumo o a la reinversión.

1.2.1. El ciclo de vida en los proyectos de inversión

El ciclo de vida en los proyectos de inversión es una desagregación para las etapas que se encuentran dentro del proceso de inversión.

Las acciones de los empresarios, vistas con una manera sistemática y metodológica para llevar a cabo sus propuestas mediante el proceso de inversión, han originado lo que se denomina como el ciclo de vida en los proyectos de inversión.

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta aquella relación guardada entre el proceso de inversión y el ciclo de vida en los proyectos de inversión:

<u>PROCESO DE INVERSIÓN</u>	<u>CICLO DE VIDA EN LOS PROYECTOS</u>
1) PREINVERSIÓN	a) IDENTIFICACIÓN b) FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN c) INGENIERÍA DEL PROYECTO
2) DECISIÓN	d) GESTIÓN DE LOS RECURSOS
3) INVERSIÓN	e) EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA
4) RECUPERACIÓN	f) DIRECCIÓN Y OPERACIÓN

Aquellos niveles para los cuales se hace necesario realizar una buena toma de decisiones son múltiples y variados, esto se debe a que existe una menor probabilidad de poder hacerse las decisiones correctas mediante un solo enfoque o mediante la opinión de una sola persona.

Por lo regular los proyectos de inversión se encuentran asociados a varias disciplinas que se relacionan entre ellas, requieren una diversidad de circunstancias junto con apoyo técnico, previamente a que puedan ser considerados como candidatos para obtener aprobación del nivel correspondiente en la toma de decisiones.

En un proyecto de inversión, se exige la disposición de antecedentes suficientes que permitan a la toma de decisiones efectuarse inteligentemente, para esto, la aplicación de técnicas relacionadas al origen del proyecto toma en consideración los factores que forman parte del proceso de inversión.

Dentro de la estrategia comercial, estudiar un proyecto de inversión toma en cuenta el concepto del ciclo de vida en proyectos de inversión ayudando a identificar parte del comportamiento esperado para los factores relacionados como el nivel en las ventas o tal vez el monto al cual ascienden éstas, para cualquier caso, se reconoce por lo regular un comportamiento que es variable pero responde aproximadamente a un proceso de cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación.

1.2.2. Modelo programático del proceso de inversión

El modelo programático del proceso de inversión fue elaborado en el año de 1986 por el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP), cuyo objetivo fue pretender dar una mejora a la comunicación entre distintos grupos de profesionales multidisciplinarios los cuales toman parte activa en las fases del ciclo de vida en los proyectos de inversión, en su contenido se encuentran las cuatro etapas del proceso de inversión, así como también las seis fases derivadas de su respectiva desagregación obtenida directamente, para cada una de las fases se define su respectivo objetivo, contenido, resultado, el nivel de análisis de los estudios y los tipos de estudios a realizar.¹

Así, se tiene diseñado un modelo programático del proceso de inversión alrededor del cual quedan definidos y presentados en orden, el conjunto de términos, categorías y conceptos que son comúnmente utilizados en los proyectos de inversión. Simplifica de manera lógica las posibles etapas por las que transita un proyecto de inversión.

Para llevar a cabo los proyectos de inversión o inducir su realización en un sistema socio-económico, es necesario diseñar instrumentos y medidas que involucren la política social o empresarial, definiendo las estrategias y los lineamientos de acción, tal como es establecido en el modelo programático del proceso de inversión.

¹ Cfr. cuadro “*MODELO PROGRAMÁTICO DEL PROCESO DE INVERSIÓN*” ver anexo.

En la práctica es común que se utilicen indistintamente dos o más términos para referirse a un mismo fenómeno o actividad relacionada con los proyectos de inversión.

Por considerarse apropiado y conveniente precisar distintos términos, categorías y conceptos que conforman una teoría en proyectos de inversión, se integró el modelo del proceso de inversión, el cual tiene la enorme ventaja de definir con toda precisión y congruencia las diversas fases del ciclo de vida en los proyectos de inversión.²

Es necesario mencionar que son las empresas establecidas que pretenden invertir en nuevos proyectos o bien los inversionistas potenciales aquellos quienes establecen las estrategias y lineamientos a seguir, los cuales comprenden un conjunto ordenado y coherente de ciertas medidas y acciones concretas, mismas que son desarrolladas por los promotores para así lograr determinar la viabilidad técnico-económica en el proyecto de inversión.

Según el modelo programático la finalidad para la fase de formulación y evaluación en proyectos de inversión es aquella que para cada idea de inversión seleccionada proveniente de la fase de identificación se visualiza el hecho de generar, escoger un grupo de las mejores opciones técnico-económicas y determinar la más eficiente para satisfacer una necesidad específica o aprovechar un recurso.

² Cfr. cuadro “*COMPARATIVO DE LOS TÉRMINOS USADOS EN EL PROCESO DE INVERSIÓN POR DIVERSAS INSTITUCIONES*” ver anexo.

1.2.2.1. La fase de identificación en proyectos de inversión

La fase de identificación en proyectos de inversión comprende diversos estudios cuyo análisis suele realizarse a un nivel de gran visión y son de los siguientes tipos:

- a) Regional.- Los estudios regionales, consisten en seleccionar y acotar un área geográfica de interés para los inversionistas. En esa área se procede a buscar oportunidades de inversión, ya sea por la vía de detectar recursos susceptibles de ser transformados o en otras palabras, que tengan potencialidad para agregarles valor. Otra manera es aquella cuya identificación de necesidades socio-económicas pueden ser satisfechas mediante producción de bienes y servicios.
- b) Sectorial.- De forma similar al estudio regional, el tipo de estudios sectoriales se inicia a partir de la selección por parte de los promotores en proyectos de inversión para un sector, rama o subrama de alguna actividad económica, de cuyo análisis se desprenderán oportunidades específicas en cuanto a inversión corresponde.
- c) Programas de inversiones.- Un programa de inversiones consiste en agrupar, dentro de una partida presupuestal de inversión global para un mismo período, a dos o más proyectos sin interdependencia necesaria, todos ellos promovidos por un mismo grupo empresarial.
- d) Planes maestros.- Los planes maestros de inversiones son aquellos en los cuales son agrupados proyectos interdependientes.

El ciclo de vida en un proyecto de inversión se inicia con una idea de inversión, se puede obtener esta idea tomando en cuenta una o varias fuentes, las más comunes son las siguientes:

1. Identificar uno o más insumos existentes e ir planteando a partir de algunas relaciones técnico-económicas, sus posibilidades de transformación en bienes o servicios que son susceptibles de satisfacer ciertas necesidades humanas específicas, cuya cuantía y cualidades se encuentran determinadas por condiciones de tipo físico y de necesidades sociales tales como son las obras civiles y las instalaciones.
2. Partir de ciertas necesidades humanas, buscar su relación cualitativa y cuantitativa con los bienes y servicios, los cuales para ser generados requieren de ciertos insumos que se determinan a partir de una relación técnico-económica.

La identificación se apoya en dos relaciones fundamentales:

- La relación técnico-económica.- Es una función de producción cuya importancia se refleja en el eficiente aprovechamiento de materias primas y otros materiales por unidad de producto, considerarla desde el punto de vista de la oferta es importante.
- La relación físico-social.- Es una función de consumo la cual tiene una influencia determinante desde el punto de vista de la demanda de un proyecto.

1.2.2.2. Formulación y evaluación en proyectos de inversión

En el complejo mundo moderno donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de errar al decidir la ejecución de un determinado proyecto de inversión.

A ese conjunto de antecedentes justificatorios en donde se establecen las ventajas y desventajas que significa la asignación de recursos a una determinada idea o a un objetivo determinado se denomina “evaluación en proyectos de inversión”.

La evaluación en los proyectos de inversión busca presentar un ordenamiento de preferencias entre las distintas alternativas a partir de ciertos criterios de decisión previamente definidos a través de algún método de evaluación específico. Su objetivo es establecer un orden de preferencia entre las opciones técnico-económicas, desde la óptima hasta las que se descartan.

Si se desea evaluar un proyecto, tal proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia, de tal forma que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable.

Para cada idea de inversión seleccionada y proveniente de la fase de identificación, se persigue “generar, seleccionar opciones técnico-económicas y determinar la más eficiente para satisfacer una necesidad específica o aprovechar un recurso”.

Cada una de tales opciones tiene sus características y complejidad técnica, que las hace diferentes entre sí, aunque todas ellas tienen en común el que satisfacen la misma necesidad.

También, a cada una de ellas se asocian distintas magnitudes de inversión, de empleo, de operación y de duración. Estas diferentes particularidades deben ser claramente identificadas y ponderadas, desde el punto de vista de sus ventajas y desventajas para lograr el fin que se pretende cumplir.

El contenido fundamental de la fase de formulación y evaluación en proyectos de inversión, es hacer un análisis comparativo de las distintas alternativas, con el fin de obtener un orden de importancia para su realización desde “la opción óptima y su viabilidad técnica, económica y financiera”, hasta las descartadas por inviables.

La evaluación en proyectos de inversión pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas que resultan al estudiar el proyecto, y dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación.

La formulación y evaluación en un proyecto tiene la finalidad de generar, evaluar, comparar y seleccionar alternativas técnico-económicas, eligiendo la más eficiente, para satisfacer una necesidad específica. En consecuencia, la actividad de formular o elaborar proyectos presupone, por una parte, el conocimiento actualizado de la técnica y la tecnología en una determinada rama de actividad económica, para la cual se requiere precisar las opciones existentes; y por otra parte, requiere el análisis de la demanda del producto o servicio objeto de estudio, para que, con base en ambos tipos de información, se determine la viabilidad del proyecto.

El trabajo técnico e intelectual que sustenta a los análisis de cada opción, se enfoca sobre aspectos de mercado, técnicos, tecnológicos, financieros y de organización, cuya finalidad es la de realizar después su evaluación correspondiente. Estas mismas materias determinan el tipo de estudios comprendidos para la formulación y evaluación en los proyectos de inversión.

La formulación y evaluación en proyectos amalgama el trabajo multidisciplinario de actuarios, administradores, contadores, economistas, ingenieros, psicólogos, etc., en un intento de conocer, explicar, y proyectar lo complejo de la realidad en donde se pretende introducir una nueva iniciativa de inversión, con objeto de elevar posibilidades de éxito. La intención natural de investigación y análisis de estos profesionistas, es detectar la posibilidad y definir el proceso de inversión en un sector, región o país.

Es importante la secuencia de cada tipo de estudio, así como la clase de información que se requiere con el propósito de disminuir los riesgos en un proyecto de inversión.

En primer lugar se debe realizar el estudio de mercado con información y teorías principalmente de las ciencias sociales. Es decir, aquellas que son relativas a la demanda, comportamiento del consumidor, la oferta y a los sistemas de comercialización o distribución de un determinado producto o servicio.

Al existir demanda potencial del producto o servicio en estudio, o la conveniencia de participar en un mercado competitivo, se realiza el estudio técnico, que conjuga información tanto de tipo determinístico proveniente de las ciencias exactas, como probabilística, derivada de las ciencias sociales, todo esto se hace con la finalidad de seleccionar una opción técnico-económica viable del proyecto de inversión.

Son cuatro los estudios particulares que deberán realizarse para disponer de información relevante para el análisis completo en la formulación y evaluación de un proyecto de inversión: de mercado, técnico, organizacional administrativo y financiero.

El objetivo de cada uno es proveer información para determinar la viabilidad financiera de propuestas de inversión. Utilizando resultados de estos estudios se deberá evaluar cuál de ellas es la óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica.

Los niveles de profundidad que se manejan en la fase de formulación y evaluación en proyectos de inversión son los siguientes:

- a) El perfil del proyecto. El nivel perfil es preliminar a todos los demás. Su análisis es generalmente estático, compara, por ejemplo, los costos con los beneficios de un período y se basa en información secundaria, generalmente de tipo cualitativa, en opiniones de expertos o en cifras estimativas. Tiene por objetivo fundamental el determinar la existencia de antecedentes que justifiquen abandonar el proyecto sin efectuar gastos futuros en estudios de una mayor profundidad.
- b) La prefactibilidad del proyecto. El nivel de estudio prefactibilidad proyecta los costos y beneficios tomando en cuenta principalmente criterios cuantitativos, pero apoyándose también en información secundaria, o sea, elaborada por terceros, por ejemplo, la tasa de crecimiento de población revelada por el Instituto Nacional de Estadísticas, registros de importación del Banco Central, etcétera.
- c) La factibilidad del proyecto. El nivel de estudio factibilidad, busca determinar información en fuentes primarias que lo generan. Sin embargo, cuando se trata de realizar el estudio en nivel factibilidad, las inversiones más frecuentes denominadas tradicionales crean problemas. Esto se debe a que la búsqueda de una solución óptima obliga a evaluar necesariamente otros subproyectos.

Los niveles de estudio prefactibilidad y factibilidad son esencialmente dinámicos; es decir, proyectan los costos y beneficios del proyecto a lo largo del tiempo y los expresan mediante un flujo de caja estructurado en función de criterios convencionales comúnmente establecidos.

El estudio de proyectos de inversión, cualquiera que sea la profundidad con que se realice, distingue dos grandes fases:

- 1) La formulación.- En esta fase se definen características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto y se calcula su magnitud. Existen dos subfases: una que recopila o crea la información y otra que la sistematiza en términos monetarios. Esta sistematización se refiere a la construcción de un flujo de caja proyectado que servirá como base para la etapa de evaluación.

- 2) La evaluación.- Esta fase busca determinar rentabilidad de la inversión mediante metodologías definidas. Al calcular rentabilidad, se utiliza como base un flujo de caja proyectado sobre una serie de impuestos en donde el análisis cualitativo complementa a la evaluación realizada junto con métodos subjetivos, basados generalmente en opiniones de expertos cuando no se dispone de tiempo, se carece de información necesaria o los antecedentes no son suficientemente confiables.

1.2.2.2.1. El perfil como nivel de profundidad

Perfil es el nivel de estudio inicial dentro de la fase “formulación y evaluación en proyectos de inversión”, el cual se elabora a partir de la información existente, del juicio común y de la opinión que dá la experiencia.

En términos monetarios sólo presenta estimaciones muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en las investigaciones de profundidad.

En este análisis es fundamental efectuar consideraciones acerca de la situación “sin proyecto”; es decir, intentar proyectar qué pasará en el futuro si no se pone en marcha el proyecto, antes de decidir si conviene o no su implementación.

En el estudio de perfil, más que calcular la rentabilidad del proyecto, se busca determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos, a veces de magnitudes importantes para calcular la rentabilidad en niveles más acabados de estudio, como lo son la “prefactibilidad” y la “factibilidad”.

En el nivel de profundidad “perfil”, frecuentemente se seleccionan, por otra parte, aquellas opciones en proyectos de inversión que se muestran más atractivas para la solución de un problema o el aprovechamiento de una oportunidad.

1.2.2.2.2. La prefactibilidad como nivel de profundidad

La prefactibilidad es otro nivel de estudio el cual profundiza la investigación, se basa principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales referidas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas. En términos generales, estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto de inversión.

Fundamentalmente, esta etapa se caracteriza por descartar soluciones con mayores elementos de juicio. Para ello se profundizan los aspectos señalados como críticos por el estudio de perfil, aunque continúa siendo una investigación basada en información secundaria, no demostrativa. De todas maneras se da un proceso de selección en cuanto a las alternativas existentes.

En este nivel de profundidad, la aproximación de las cifras hace recomendable el análisis de sensibilidad para los resultados obtenidos.

Como resultado de este estudio, surge la recomendación de su aprobación, su continuación a niveles más profundos de estudio, su abandono o su postergación hasta que se cumplan determinadas condiciones mínimas que deberán explicarse.

1.2.2.2.3. La factibilidad como nivel de profundidad

La “factibilidad” en un proyecto de inversión se define como el estudio de análisis con mayor profundidad dentro de la fase denominada “formulación y evaluación en proyectos de inversión”, su elaboración se encuentra basada en los antecedentes precisos obtenidos en su mayor parte a través de fuentes primarias de información.

Las variables cualitativas en este nivel son mínimas en comparación con los estudios de profundidad anteriores elaborados durante la fase de “formulación y evaluación en proyectos de inversión”, es decir, existen mucho menos variables cualitativas en el nivel “factibilidad” que en los estudios correspondientes de análisis denominados “perfil” y “prefactibilidad”.

El cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos enfoques y puntos de vista existentes.

El estudio de “factibilidad” constituye el paso final de la etapa de “preinversión”. Por tal motivo el estudio en este nivel debe cuantificar y reportar los parámetros que orienten al interesado respecto de las variables estudiadas y los factores que afectan a cada una de dichas variables. El grado de detalle en este nivel exige el cruzamiento de información obtenida en fuentes secundarias con la información primaria para que sea obtenida una mayor confiabilidad a los datos que se reporten.

En este nivel de profundidad resulta necesario reportar las fuentes de información así como también los informantes consultados, las fechas o períodos de información y los mecanismos utilizados.

Lo anterior se realiza con el objeto de facilitar la comprobación de las conclusiones de trabajo, o en su caso para profundizar en los aspectos necesarios para la siguiente etapa de estudio.

El estudio técnico, el financiero, el de organización y evaluación deben presentarse en forma detallada con la finalidad de identificar con claridad los aspectos más riesgosos además de proveer información para determinar la viabilidad financiera de la inversión que sea elegida óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica, es decir que debe ser satisfactoria a todos estos estudios.

El estudio de factibilidad no sólo consiste en determinar si el proyecto es o no rentable, debe servir para discernir entre alternativas de acción y estar en condiciones de recomendar la aprobación o rechazo en virtud de una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

La inversión para este nivel en el proyecto es la más rentable y por lo tanto no deben escatimarse recursos técnicos o económicos, pues a la ejecución del proyecto se deberá contar con la mayor cantidad de información en todos los aspectos.

1.2.2.3. Ingeniería del proyecto de inversión

La ingeniería del proyecto es una propuesta de solución a ciertas necesidades individuales o colectivas, privadas o sociales. Las necesidades pueden satisfacerse a través de factores tecnológicos de la cultura. Desde el punto de vista técnico en sentido progresivo, pueden plantearse, de lo general a lo particular, pasando de la incertidumbre a la certidumbre y buscando que el bien o servicio a producir se adecúe al mercado, así como también reditúe dividendos a la empresa.

El objetivo de la ingeniería del proyecto es probar la viabilidad aportando información que permita su evaluación técnica y económica, proporcionando los fundamentos técnicos sobre los que probablemente se diseñará y ejecutará el proyecto.

El desarrollo se inicia haciendo uso de los antecedentes informativos relacionados con el producto o servicio, en particular con el diseño, el desarrollo de especificaciones, las normas de calidad requeridas y servicios de apoyo necesarios. También se toma en cuenta las materias primas que se usarán en la producción, fundamentalmente su disponibilidad, sus especificaciones y fuentes de abastecimiento. Con relación a la información de mercado se consideran los volúmenes de venta pronosticados, la localización de consumidores, los servicios adicionales requeridos por el demandante y la disponibilidad financiera para el proyecto por parte de quienes lo promueven.

Se procede a localizar información relativa a tecnologías disponibles en el mercado y que pueden utilizarse en el proceso de producción del bien o servicio objeto de estudio.

Los puntos que se analizan dentro de la “ingeniería del proyecto de inversión” son los siguientes:

- Descripción del producto.
- Proceso de producción.
- Tipos de sistemas de producción.
- Descripción del proceso seleccionado.
- Diagramas de flujo.
- Balance de materiales y energía.
- Programa de producción.
- Maquinaria y equipo.
- Distribución en planta de la maquinaria y equipos.
- Requerimientos de mano de obra.
- Requerimiento de materiales; insumos y servicios.
- Estimación de las necesidades de terreno y construcciones.
- Calendario de ejecución del proyecto.
- Estimado de los costos de inversión.

La ingeniería del proyecto de inversión tiene como finalidad aportar los elementos de diseño, construcción y especificaciones técnicas necesarias para el proyecto de inversión.

Se procede a desarrollar la ingeniería del proyecto ya una vez seleccionada la opción técnico-económica que mejor cumple los criterios y restricciones.

El estudio de ingeniería del proyecto, se basa principalmente en teorías e información de las ciencias exactas.

La ingeniería en proyectos de inversión es un aspecto típico para los proyectos industriales, en esta etapa debe quedar terminada toda la ingeniería básica, poniendo énfasis en el proceso, tipo de tecnología y origen, requerimientos exactos de materias primas, mano de obra y servicios, así como la obra civil, todo deberá ser apoyado en cotizaciones de dos o tres proveedores y planos. También se debe acompañar el cronograma de construcción, instalación y puesta de la distribución en planta, los balances de materiales y los diagramas de flujo.

Para el caso de proyectos agropecuarios se habla de un manejo de la explotación o de un desarrollo de los cultivos, en vez de ingeniería. Para los proyectos de servicios se habla de una descripción y funcionamiento de la operación del servicio.

1.2.2.4. La gestión de los recursos en un proyecto de inversión

La gestión de los recursos en un proyecto de inversión, consiste en definir el tipo de agrupación social para la producción; su formalización jurídica y obtención en sí de recursos necesarios para posteriormente realizar la inversión.

Por ejemplo, seleccionar algún tipo de sociedad, solicitar su permiso de constitución ante la Secretaría de Relaciones Exteriores, formalizarla ante notario público, solicitar los permisos especiales de algunas Secretarías de Estado, municipios o delegaciones políticas, etc., imprimir sus facturas, sellar libros fiscales y demás condiciones para operar y comerciar legalmente sus productos o servicios.

La optimización en un proyecto de inversión no debe exclusivamente ser el trabajo del evaluador, ya que de las responsabilidades que a éste le corresponden y que no siempre se han asumido correctamente está la optimización del uso de todos los recursos para poder emplear un proyecto de manera eficiente.

Después de preparar y evaluar un proyecto, es preciso efectuar estimaciones de lo que se espera sean a futuro beneficios y costos asociados a su operación, lo que requiere tomar decisiones respecto a casi la totalidad de características del proyecto, las cuales influyeron directamente sobre el resultado de la evaluación.

1.2.2.5. Ejecución y puesta en marcha del proyecto de inversión

La ejecución en un proyecto de inversión es realmente cuando se comienza a gastar físicamente en el proyecto, es decir, la inversión fija contemplada empieza a ser realidad, a la vez seguida por todos los gastos intangibles, hasta llegar el capital de trabajo, principalmente los inventarios previos a la operación.

La puesta en marcha de un proyecto de inversión inicia con el entrenamiento y capacitación de personal, realizando las primeras pruebas de la empresa, para ello se incurre en gastos que deben realizarse al iniciar el funcionamiento de las instalaciones hasta alcanzar una operación que se considere adecuada. Aunque estos gastos constituyan un gasto de operación, se requerirá un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proyecto. Por necesidad de que los ingresos y egresos queden registrados en tiempo real, éstos se incluirán en las inversiones denominadas “gastos de puesta en marcha”.

Así entonces, la ejecución y puesta en marcha consiste en asignar y disponer en la práctica los recursos humanos, físicos y financieros requeridos por el proyecto, con lo cual se le dota de infraestructura física, laboral y directiva, así como se realizan los ajustes pertinentes de maquinaria y equipo. Al finalizar esta fase, el proyecto concluye como tal y se constituye en una empresa en operación.

1.2.2.6. Operación y dirección en el proyecto de inversión

La operación y dirección corresponde a la última fase del ciclo de vida en proyectos de inversión, es a través de ésta que la asignación de recursos puede ser operada eficientemente, es decir, alcanzar los pronósticos de ventas, costos y rentabilidad, determinados en la viabilidad, esto significa recuperar la inversión.

Al lograr recuperar la inversión, recursos excedentes pueden destinarse al consumo o a reinversión. El flujo de retroalimentación existente, muestra que recursos reinvertidos pueden ser diversificados mediante la identificación de otras líneas de productos, o expandiendo la capacidad instalada reformulando y evaluando potencialidades.

La operación y dirección hace referencia al planteamiento y control de la operación inicial, dando paso a una empresa en operación, que puede estar dedicada a la producción de un bien o a la prestación de un servicio, de acuerdo con los objetivos originalmente planteados.

El proyecto de inversión termina al convertirse en realidad expresada. Es correcto considerar la evaluación ex-post como la última etapa del ciclo de vida en proyectos de inversión si el proyecto fue generado dentro del sistema de planeación.³

³ La evaluación ex-post, de resultados, tiene como finalidad dar un seguimiento que permita retroalimentar el proceso de identificación y evaluación en proyectos de inversión.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

2.1. La evaluación en proyectos de inversión, base para la toma de decisiones

La evaluación para los proyectos de inversión trata del análisis económico y financiero para las propuestas en estudio considerando su factibilidad. Al detallar las inversiones previstas para un cierto período, denominado período de planificación u horizonte de inversión, se obtiene información significativamente valiosa para la toma de decisiones.

Los proyectos de inversión en actividades productivas son creados por la empresa cuando el mercado es importante para que las posibles inversiones sean rentables. Previamente a su evaluación, se debe llevar a cabo una investigación de mercado, detectando así deseos o necesidades que deben ser satisfechas y explorando la factibilidad para invertir en la elaboración de productos o el otorgamiento de servicios.

El financiamiento en proyectos de inversión debe analizarse para que sea posible el otorgamiento de crédito debido a la rentabilidad esperada y el apoyo crediticio provisto por terceros, ya que la disponibilidad de fondos destinados a un proyecto dependerá del patrocinador al convencer a los proveedores de fondos de que el proyecto es financieramente rentable, técnicamente factible y económicamente viable.

2.1.1. Los flujos de caja y su estimación

La estimación correcta para los flujos de caja es fundamental al evaluar proyectos de inversión. El flujo de caja, o flujo neto de caja, es la diferencia entre el cobro generado por la inversión y los pagos que esa inversión requiere en ese instante, está compuesto por varios momentos que representan ocurrencia de un ingreso o egreso. Cada momento refleja los movimientos de caja ocurridos durante un período de tiempo. Sin embargo, es posible mejorar la evaluación si los flujos se capitalizan según los procedimientos de las matemáticas financieras en una labor compleja y diferente en cada caso, se considera la inversión como el menor consumo presente y la cuantía de los flujos de caja en el tiempo como la recuperación que se debe incluir en el proyecto. Cualquier consideración debe ser expresada en términos de flujos de caja esperados y de riesgo. Un proyecto de inversión puede ser valorado de acuerdo con diversos criterios.

Desde el punto de vista económico, lo único relevante es lo siguiente:

- El desembolso inicial que requiere el proyecto de inversión.
- Los flujos de caja que cabe esperar del proyecto de inversión.
- Los momentos en que se espera sean generados los flujos de caja.
- El riesgo que comportan los flujos de caja para el proyecto de inversión.

Se tienen los siguientes principios, que si se cumplen, permiten minimizar los errores:

1. Se debe saber diferenciar entre flujo de caja y beneficio.
2. No olvidar la deducción de los pagos de impuestos.
3. Tener cuidado para determinar los momentos en que se generan los flujos de caja.
4. Al analizar un proyecto de inversión, los únicos cobros y pagos que se deben tener en cuenta son aquellos derivados directamente del proyecto, es decir, las variaciones que provoca en los flujos de caja totales de la empresa que se producen como resultado directo de la decisión de aceptación o rechazo. Por lo tanto, no son pagos atribuibles a un proyecto aquellos en los que ya se ha incurrido.

En la elaboración del flujo de caja, existen básicamente tres posibles formas distintas de su construcción, dependiendo de cuál sea la finalidad que se persiga, se tiene que:

- a) Se hace con fines de calcular la rentabilidad de una inversión.
- b) Se hace para determinar la rentabilidad del inversionista.
- c) Se hace para medir la capacidad de pago de un proyecto.

El flujo de caja para evaluar un proyecto puede hacerse de dos maneras diferentes: para evaluar un proyecto nuevo o al evaluar un proyecto ya existente en una empresa donde alternativamente, es construido un flujo de caja de tipo de incremento.

2.1.1.1. El presupuesto de efectivo

Un presupuesto de efectivo representa una estimación para los flujos de efectivo futuros.

En la elaboración del presupuesto de efectivo, se debe tomar en cuenta la estimación de los flujos de efectivo, una vez considerados todos los ingresos y egresos factibles de efectivo, obtenemos el ingreso o egreso neto de efectivo de cada período. Entonces, el flujo neto de efectivo puede agregarse al efectivo inicial y la posición de efectivo proyectada calculada para el período que se está revisando.

Flujo neto y balance de efectivo

	PERÍODO n	PERÍODO n + 1	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO m - 1	PERÍODO m
Total de recibos en efectivo	x_1^*	x_2^*	.....	.....	x_5^*	x_6^*
Egresos totales en efectivo	y_1	y_2	.....	.....	y_5	y_6
Flujo neto de efectivo	$x_1 - y_1$	$x_2 - y_2$	.....	.....	$x_5 - y_5$	$x_6 - y_6$
Efectivo inicial sin financiamiento	z_1	z_2	.....	.....	z_5	z_6
Efectivo final sin financiamiento	z_2	z_3	.....	.....	z_6	$x_6 - y_6$ $+ z_6$

* Incluye ingresos por ventas y ventas de activos en efectivo.

Un presupuesto de efectivo correcto debe contar con las siguientes características:

- Indica el flujo de caja esperado para cada período analizado y por lo tanto, muestra el período o los períodos donde ocurre el mayor requerimiento de efectivo.
- Determina magnitud y secuencia de las probables necesidades de financiamiento, de tal forma que se pueda elegir el método de financiamiento más apropiado.
- Junto con una proyección y otras consideraciones, sirve para apoyar una decisión para obtener financiamiento a largo plazo basado en necesidades de fondos.
- Además sirve de ayuda a la planeación del financiamiento a corto plazo, siendo útil para administrar la posición de efectivo de la empresa.
- Es útil para planear el hecho de invertir fondos excedentes en valores negociables y viceversa, resultando una transferencia eficiente entre estos fondos y valores.

Cuando una empresa mantiene un saldo mínimo de efectivo pidiendo préstamos, la cuantía de estos préstamos aumenta a un máximo en algún período posterior, si se cumple con lo proyectado después disminuye. De contar con medios alternativos para satisfacer el déficit, la empresa puede retrasar gastos de capital o pagos de compras.

2.1.2. Modelos probabilísticos

Los modelos probabilísticos son aquellos que consideran las variables de una inversión como variables aleatorias y que la probabilidad asociada a cada estado de la naturaleza es conocida. Ésta es una probabilidad subjetiva, pues no existe posibilidad de experimentar repetitivamente mediante el método de prueba y error. La limitación de estos modelos se basa en que su validez depende, de las probabilidades subjetivas. Si éstas están bien intuídas, los resultados serán útiles; en caso contrario, los resultados de los modelos serán pura teoría.

En el ámbito de certeza, una inversión consiste en un desembolso inicial y unos flujos de efectivo. El considerar variables aleatorias, implica que cada una de ellas puede tomar varios posibles estados asociados a un determinado valor de probabilidad.

Al utilizar modelos probabilísticos, es necesario estimar cuáles son los posibles valores que pueden tomar las variables aleatorias. A pesar de la subjetividad implícita, los resultados de la estimación para cada variable determinada, así como el valor de las probabilidades subjetivas asociadas, da como resultado un mayor nivel de información, permitiendo tomar decisiones en mejores condiciones. Como método para obtener estos valores y probabilidades, se realizan sucesivas entrevistas con las personas que se consideren mejor informadas con respecto a cada variable a estimar.

2.1.3. El enfoque de la simulación

La simulación es la técnica que reproduce artificialmente situaciones reales mediante el uso de modelos, representaciones simplificadas de un proceso real, en donde operaciones matemáticas reflejan las relaciones existentes entre las variables, su objetivo es probar los resultados de una decisión de inversión antes de llevarse a cabo. Se basa sobre un modelo con información probabilística y manipula una o más variables asociadas con un problema determinado.

La tecnología y el desarrollo de decisiones programadas es útil, ya que además de procesar datos, contribuye a la toma de decisiones óptimas factibles. La simulación proporciona experimentos para evaluar los cursos de acción alternativos, al facilitar la ponderación de éstos y el análisis de datos, esta técnica resulta ser eficaz.

La simulación se utiliza conjuntamente con la dispersión alrededor del rendimiento esperado al estudiar inversiones riesgosas, enriqueciendo una propuesta de inversión.

Actualmente, se emplea para analizar casos independientes o el funcionamiento de todo un sistema. Puede determinarse la forma en que una decisión relativa a una parte del sistema afectará a otras, facilitando la solución de problemas relacionados, en vez de hacerlo por separado.

Muchos investigadores han desarrollado varias técnicas útiles que tratan riesgo e incertidumbre. A pesar de su fundamento, no reciben amplia aceptación, ya que el problema debe formularse con alto entendimiento probabilístico al ajustarse al modelo.

A diferencia de los métodos probabilísticos, los cuales tienden a ser difíciles de entender, la simulación es una técnica que puede ser fácilmente entendida, valiosa para analizar problemas que involucran incertidumbre y relaciones entre las variables.

Actualmente, existe la necesidad de incluir riesgo en estudios económicos, destinando recursos al desarrollo de la simulación aplicada al análisis, sin embargo, es inútil en la toma de decisiones cuando no se cuenta con el equipo apropiado.

Muchos problemas de decisión tienen en común una gran cantidad de elementos, inherente a los problemas de decisión se encuentran diferentes cursos de acción de entre los cuales se debe seleccionar el más adecuado. Estos cursos de acción pueden comprobarse mediante criterios económicos, criterios de este tipo podrían ser: retorno sobre la inversión, tiempo requerido para recuperar la inversión, valor presente, tasa interna de rendimiento, etcétera. Otro elemento común en la toma de decisiones es el capital disponible. Además, existen factores de depreciación e impuestos. También la incertidumbre en los futuros resultados es común, y es posible expresar esta incertidumbre en forma de distribuciones de probabilidad.

La similitud en diferentes elementos que intervienen en la toma de decisiones, facilita el desarrollo de una metodología para analizar y evaluar proyectos. La simulación, aplicada al riesgo e incertidumbre, permite analizar problemas difíciles de resolver en donde otras técnicas complejas son aplicables. Sin embargo, mediante simulación, se desarrollan modelos con información probabilística de las variables aleatorias.

A continuación, un modelo de simulación propuesto por Hertz⁴, el cual incluye los siguientes factores al derivar la corriente de utilidades de un proyecto de inversión:

ANÁLISIS DEL MERCADO

1. Tamaño del mercado.
2. Precio de venta.
3. Tasa de crecimiento del mercado.
4. Participación del mercado (lo cual da como resultado el volumen físico de ventas).

ANÁLISIS DEL COSTO DE LA INVERSIÓN

5. Inversión requerida.
6. Valor residual o de recuperación de la inversión.

COSTOS DE OPERACIÓN Y FIJOS

7. Costos variables o de operación.
8. Costos fijos.
9. Vida útil de las instalaciones o equipos.

⁴ Fuente: VAN HORNE, James C. “**Administración financiera**” pp-189.

Se asignan distribuciones de probabilidad a cada factor sobre la base de evaluación en los posibles resultados, luego se procede a encontrar la tasa promedio de rendimiento que resulta de una combinación aleatoria de los factores y se realizan pruebas de simulación para cada uno.

Los cuatro factores que se refieren al análisis del mercado dan las ventas anuales, junto con los costos de operación y los costos fijos por año, permiten calcular las utilidades para cada período. Cuando se combinan valores de prueba de estos seis factores con los de la inversión requerida, la vida útil y el valor residual del proyecto, se tiene la información suficiente para cambiar el rendimiento sobre la inversión para esa prueba. Así, se simulan valores de prueba para cada uno de los nueve factores, y después se calcula el rendimiento sobre la inversión con los valores simulados. El proceso se repite varias veces y en cada ocasión se obtiene una combinación de valores y rendimiento sobre la inversión. Las tasas de rendimiento obtenidas se presentan en forma gráfica en una distribución de frecuencias, a partir de esta distribución resulta posible evaluar el rendimiento esperado y la dispersión alrededor de éste, o del riesgo. Puede determinarse la probabilidad de que una inversión brinde un rendimiento mayor o menor que cierta cantidad. Al comparar las distribuciones de probabilidades de las tasas de rendimiento, se está en posibilidad de evaluar las ventajas respectivas de diferentes inversiones riesgosas. El método de simulación de Hertz ha sido muy utilizado y se ha aplicado a una amplia variedad de proyectos.

Se debe señalar dos puntos sobre el método de simulación antes mencionado. Si bien el modelo calcula la tasa promedio de rendimiento sobre la inversión, puede modificarse con facilidad para calcular la tasa interna de rendimiento, el valor presente neto o el índice de rentabilidad. Además, aunque se toma en cuenta la dependencia entre los diversos factores, este modelo los considera como independientes, hasta que exista dependencia entre ellos es necesario tomarla en cuenta al determinar las distribuciones de probabilidades. Por ejemplo, es probable que exista una correlación importante entre el tamaño del mercado y el precio de venta. Estas interrelaciones añaden complejidad a la estimación. No obstante la complejidad adicional que significa estimar y especificar las relaciones entre los factores, tiene que hacerse si se desea que el modelo reduzca el riesgo y proporcione resultados apegados a la realidad.

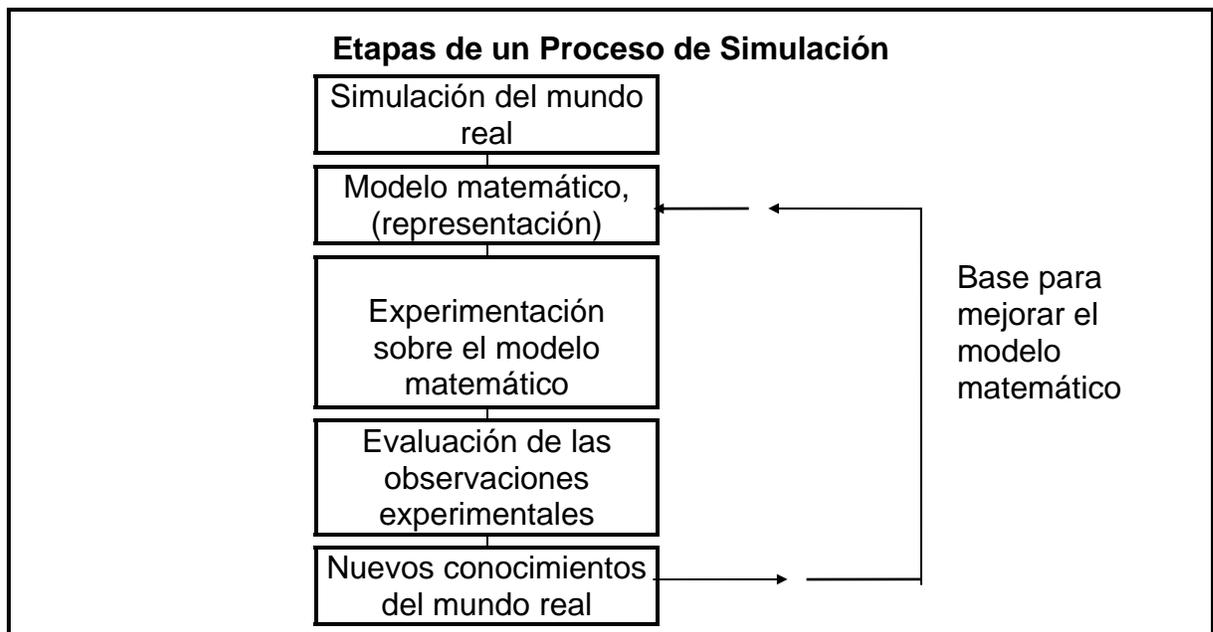
Muy a menudo, se desconocen las distribuciones de probabilidad que representan a cada una de las variables que intervienen en el modelo. Si tanto la inversión como los flujos de efectivo que genera el proyecto están representados por distribuciones triangulares es posible minimizar la dificultad.

El enfoque dado mediante la simulación permite fluctuar varias variables a la vez, lo cual es de bastante utilidad, simplificando el análisis de varias posibilidades y facilitando la visualización de resultados para poder elegir los cursos de acción satisfactorios que permitan dar el apoyo necesario a la toma de decisiones.

2.1.3.1. El Análisis del riesgo en proyectos de inversión mediante la simulación

El riesgo es característico de las variables cuyas posibles combinaciones determinan diferentes resultados. Intervienen tres fases en un proceso de simulación:

- a.- Diseño del modelo, implica conocer las variables y sus relaciones que intervienen en el proceso que se intenta representar para obtener las ecuaciones matemáticas.
- b.- Experimentación sobre el modelo, dado que con el diseño del modelo se consigue convertir la realidad en un conjunto de ecuaciones matemáticas, se puede ahora observar los resultados si las variables que lo componen toman diferentes valores.
- c.- Evaluación de los resultados obtenidos, lo que permite obtener nueva información sobre la situación real que hemos modelizado.



Como un método que incluye el riesgo en la toma de decisiones, es en el fondo una forma avanzada del análisis de sensibilidad al corregir sus dos principales deficiencias:

- a. El no tener presente el efecto derivado de una combinación de desviaciones.
- b. No atribuir probabilidades a las desviaciones potenciales.

Se presenta a continuación el método de Hertz en forma general, el cual consiste en:

- 1) Identificar las variables clave que configuran los costos e ingresos futuros.
- 2) Determinar los posibles valores que dichas variables pueden tomar en el futuro, mediante la asignación de probabilidades. A pesar de la subjetividad implícita, los resultados de intentar estimar los posibles valores de una determinada variable, da como resultado un nivel de información mayor que la mera estimación del valor más probable, lo que permite tomar decisiones en mejores condiciones. Como método para obtener estos valores y probabilidades, Hertz propone realizar entrevistas con las personas mejor informadas respecto a cada variable a estimar.
- 3) Realizar un muestreo repetido de las variables considerando sus probabilidades. El flujo de caja de cualquier período será el resultado de combinar cada posible valor de las variables aleatorias a considerar, en base a ello se calcula la probabilidad de los diversos resultados de tesorería del período en cuestión mediante el Método de Montecarlo, basado en el uso de números aleatorios para simular el muestreo.

- 4) Se calculan los resultados financieros correspondientes a cada combinación de valores de las diferentes variables obtenida en cada muestra.

Ejemplo de Inversión con Variables Aleatorias⁵

Se han considerado como variables aleatorias del proyecto: el precio unitario de venta, el costo variable unitario y el costo fijo total.

Año	Precio Venta		Costo Variable		Costo Fijo	
	Valor	Probab.	Valor	Probab.	Valor	Probab.
1	PV ₁ ¹	0.60	CV ₁ ¹	0.40	CF ₁ ¹	0.50
	PV ₁ ²	0.20	CV ₁ ²	0.30	CF ₁ ²	0.20
	PV ₁ ³	0.20	CV ₁ ³	0.30	CF ₁ ³	0.30
	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00
2	PV ₂ ¹	0.60	CV ₂ ¹	0.50	CF ₂ ¹	0.45
	PV ₂ ²	0.15	CV ₂ ²	0.25	CF ₂ ²	0.30
	PV ₂ ³	0.25	CV ₂ ³	0.25	CF ₂ ³	0.25
	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00
3	PV ₃ ¹	0.70	CV ₃ ¹	0.60	CF ₃ ¹	0.35
	PV ₃ ²	0.10	CV ₃ ²	0.15	CF ₃ ²	0.35
	PV ₃ ³	0.20	CV ₃ ³	0.35	CF ₃ ³	0.30
	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00	$\Sigma =$	1.00

- 5) Con los resultados obtenidos se elabora una tabla de frecuencias relativas de los valores obtenidos, asimilando éstas a los valores de probabilidad de cada posible resultado.

⁵ Fuente: Elaboración Propia

2.1.4. Análisis de sensibilidad

Frecuentemente, la medición de la rentabilidad sólo evalúa uno de los escenarios proyectados, el cual es elegido por el analista con un criterio distinto al que tendría el inversionista, porque la aversión al riesgo de ambos y la perspectiva desde donde se analizan los problemas es diferente. En los casos de proyectos en condiciones de certidumbre y riesgo, la evaluación se realiza basada en antecedentes escasa o nada controlables por la organización que pudiera implementar el proyecto. Es necesario, que al formular un proyecto se tengan suficientes antecedentes, para que quien deba tomar la decisión de emprenderlo disponga de elementos de juicio suficientes.

Los modelos de riesgo básicamente consideran información histórica para suponer probabilidades de ocurrencia que les asignarán a los flujos de caja proyectados. El desarrollo del análisis de sensibilidad agrega información a los datos pronosticados, su importancia radica en que los valores de las variables utilizadas al evaluar el proyecto pueden tener desviaciones considerables en la medición de sus resultados.

La evaluación del proyecto es sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado, la decisión inicial cambia. El análisis de sensibilidad, a través de diferentes modelos, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en pronósticos de variables relevantes.

Visualizar las variables con mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

La repercusión que un error en una variable tiene sobre el resultado de la evaluación varía, dependiendo del momento de la vida económica del proyecto en que ese error se cometa. El valor tiempo del dinero explica que los errores en periodos finales del flujo de caja para la evaluación tienen menor influencia que los errores en períodos más cercanos. Sin embargo, son más frecuentes los errores en las estimaciones futuras, por lo difícil que resulta elaborar una proyección satisfactoria acerca de cualquier variable incontrolable.

Sucede lo mismo con variables de entorno, por ejemplo, el desarrollo tecnológico. Es posible graficar avances en innovación tecnológica, pero difícilmente puede calcularse una probabilidad creíble acerca de cuándo y cuáles características aparecerán con nuevas tecnologías en la competencia, los dueños del proyecto o los proveedores.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen en forma simultánea, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

El análisis unidimensional determina hasta que punto es posible modificar una variable para que el proyecto continúe siendo rentable. En cambio, el modelo multidimensional muestra el resultado frente a cambios de alternativa en las variables.

Incluso cuando la sensibilización se aplica comúnmente a variables económico-financieras contenidas en el flujo de caja del proyecto, su acción puede comprender cualquiera de las variables técnicas o de mercado, configurando así la proyección de los estados financieros. Es decir, la sensibilización de factores como la localización, el tamaño o la tecnología se reduce al análisis de su inferencias económicas en el flujo de caja.

Una aplicación importante de la sensibilización se realiza para comparar opciones de inversión; por ejemplo, determinando con qué nivel de operación una alternativa tecnológica deja de ser la más rentable porque, a partir de ese punto, otra exhibe un mayor valor actual neto. Otro caso similar se aplica para cuantificar sobre qué número de horas es más conveniente contratar un segundo turno que pagar sobretiempo.

El análisis de sensibilidad busca una solución suficientemente buena en vez de una medida global de eficiencia para optimizar diferentes objetivos deseables. Las metas se establecen marcando niveles mínimos satisfactorios de eficiencia en diversas áreas, basándose quizá en niveles de desempeño o logros de la competencia. Si existe solución a todas estas metas, es posible adoptarla sin más requisitos.

Un equipo exitoso, reconoce la necesidad del tomador de decisiones de obtener una guía satisfactoria en un período razonable. La meta de un estudio de este tipo debe ser el llevarlo a cabo de manera óptima, independientemente de la existencia de una solución óptima, debe considerarse el costo y las desventajas de retrasarlo, para después intentar maximizar los beneficios. Un estudio de este tipo busca sólo una solución requerida óptima o no, por lo que es importante el análisis posóptimo.

En cierto modo el análisis posóptimo lleva a cabo un análisis de sensibilidad para determinar qué parámetros del modelo son los más críticos, por lo general, alguno de éstos son estimaciones de alguna cantidad. Por tanto, al identificar los parámetros sensibles, se deberá realizar las estimaciones cercanas y cuidadosas de cada uno de ellos, o por lo menos del intervalo cuyos valores son los más probables para después buscar una solución que sea buena para todas las combinaciones.

La verificación del modelo y la solución, hacen al análisis posóptimo incluir la obtención de un conjunto de soluciones mediante aproximaciones cada vez mejores al curso de acción ideal. Así, las debilidades aparentes de la solución inicial se usan para sugerir mejoras al modelo, a sus datos de entrada y al procedimiento de solución. Se obtiene entonces una nueva solución, y el ciclo se repite hasta que las mejoras a soluciones sucesivas son demasiado pequeñas para justificar su continuación. Aún entonces, pueden presentarse varias soluciones posibles para que se haga la selección final.

Al ser insuficiente intuir la solución, el criterio apropiado para juzgar la validez de un modelo es su capacidad de predecir efectos relativos de cursos de acción alternativos con suficiente exactitud para tomar las decisiones adecuadas. Comunicar y entender todos los aspectos de un problema, implica posibilidad de que quien elabora el estudio no sea informado de todos los hechos o existan interpretaciones incorrectas, no se incorpore un factor o interrelación, y que los parámetros se estimen incorrectamente.

Antes de emprender pruebas más elaboradas, se debe verificar los errores obvios o lo que se pasó por alto. Las expresiones matemáticas deben ser consistentes y hacer posible un mejor conocimiento de la validez del modelo variando ciertos parámetros de entrada o variables de decisión, comprobando el comportamiento de los resultados.

Cuando es aplicable una prueba retrospectiva, los datos históricos reconstruyen el pasado determinando si el modelo y la solución hubieran tenido buen desempeño. La comparación de la efectividad del desempeño hipotético con lo que en realidad ocurrió, indica si el modelo puede mejorar significativamente mediante modificaciones.

La prueba retrospectiva tiene la desventaja de usar los mismos datos que sirvieron para formular el modelo. Si el pasado no representa el futuro, el modelo tendrá un desempeño distinto al que hubiera tenido en el pasado. A veces es útil continuar con las cosas como están por un tiempo para proporcionar algunos datos extra.

Si la solución final se usa repetidas veces, es importante continuar verificando el modelo y su solución después de la implantación inicial, debe instalarse un sistema bien documentado con el modelo, procedimiento de solución, análisis posóptimo y procedimientos operativos para su implantación. Entonces puede consultarse para obtener la solución numérica, la cual sólo es válida mientras el modelo específico también lo sea, sin embargo, pueden ocurrir cambios en la vida real que invaliden este modelo, estos cambios deben detectarse de inmediato para hacer modificaciones al modelo, su solución y el curso de acción resultante. Una parte del sistema debe ser un plan para detectar tales cambios y hacer las modificaciones necesarias.

La última etapa de un estudio de este tipo es poner en práctica la solución final, tal como la aprobó el tomador de decisiones. Esta etapa es crítica, ya que es aquí donde se cosechan los beneficios del estudio. Es importante la participación del equipo que elabora estos estudios, tanto para asegurar que la solución sea exacta para un procedimiento operativo o corregir cualquier defecto en la solución en este momento.

El éxito de la fase de implantación depende en gran parte del apoyo que proporcionen la alta administración y el equipo encargado de realizar este tipo de estudios. Debe motivarse la participación activa de la gerencia al formular el problema y evaluar la solución. La guía de la gerencia es valiosa en sí para identificar las consideraciones especiales relevantes y evitar con esto fallas potenciales durante estas etapas.

La implantación incluye varios pasos. Primero, el equipo encargado de este tipo de estudios explica cuidadosamente la solución que se va a adoptar a la gerencia operativa. En seguida, estos dos grupos comparten la responsabilidad de desarrollar procedimientos requeridos para ponerla en operación. La gerencia operativa se encarga después de dar una capacitación detallada al personal que participa, y se inicia entonces el nuevo curso de acción. Si tiene éxito, el modelo y el procedimiento de solución se pueden emplear periódicamente para guiar a la alta administración, el equipo encargado de realizar estos estudios supervisa la experiencia inicial con la acción tomada para identificar modificaciones que tengan que hacerse en el futuro.

A la culminación del estudio, se debe documentar la metodología utilizada con claridad y detalle para que el trabajo sea reproducible. La sensibilización puede aplicarse al análisis de cualquier variable, por lo regular, se presentan modelos de sensibilización con aplicación a las mediciones del valor actual neto, tasa interna de retorno y utilidad.

Básicamente, la sensibilización se realiza para evidenciar marginalidad en un proyecto, para indicar su grado de riesgo o para incorporar valores no cuantificados, al ser insuficiente el monto del valor actual neto calculado para estimar la proporcionalidad de beneficios y costos del proyecto, el análisis de sensibilidad muestra cuán cerca del margen se encuentra el resultado, permitiendo conocer si un cambio porcentual muy pequeño en alguna variable o parámetro hace negativo el valor actual neto calculado.

Teóricamente, no importa conocer la marginalidad de un proyecto en condiciones de certidumbre, sin embargo, al ser flujos de caja sobre los que se basa la evaluación del resultado de estimaciones acerca del futuro, será necesaria su sensibilización. Si el valor asignado a una variable es muy incierto, la sensibilización del proyecto se aplica a los valores más probables. Si el resultado es muy sensible, el proyecto es riesgoso.

La sensibilización es útil para profundizar en el estudio de una variable en particular, si el resultado del proyecto es insensible a determinada variable, no se justifica calcular exactamente un valor irrelevante. En general, mientras mayor sea un valor y más cerca esté el período cero, es más sensible el resultado a toda variación porcentual.

Al incorporar las variables cualitativas en la evaluación, éstas deben ser expresadas cuantitativamente, el valor asignado tiene un carácter incierto, por lo que se requiere su sensibilización. Si bien el análisis de sensibilidad facilita el estudio de los resultados de un proyecto, su abuso puede conllevar serias deficiencias en la evaluación. Hay un abuso del análisis de sensibilidad cuando se usa como excusa para no intentar cuantificar cosas que pueden calcularse exactamente. Lo mismo sucede cuando el informe presenta solamente un conjunto complicado de relaciones entre valores cambiantes, omitiendo una orientación u objetivo. Es preciso que el evaluador aconseje al inversionista, sirviéndose del análisis de sensibilidad como complemento para recomendar la aceptación o rechazo del proyecto de inversión.

Se puede efectuar una sensibilización en los resultados de la evaluación frente a cambios en las variables mediante diversos mecanismos, permitiendo incorporar el riesgo, pero no es un procedimiento que simplifique la cuantificación de estimaciones.

Aunque frecuentemente el análisis de sensibilidad para las variables posee carácter económico, es posible ampliarlo a todos los estudios de la preparación del proyecto.

El más útil de los modelos no probabilísticos es el análisis de sensibilidad. Parte de que el riesgo, la posibilidad de que el resultado no sea el previsto, no está en flujos de caja como tales, sino en variables económicas y financieras cuyo resultado es el flujo de tesorería, trata de medir el riesgo de cada variable elemental, tomando el efecto de su variación porcentual en el resultado final de algún método de flujo descontado.

Para realizar un análisis de sensibilidad, es necesario seguir los siguientes pasos:

- 1) Determinar la lista de variables elementales a incluir en el análisis.
- 2) Para cada una de ellas, estimar un intervalo de variación.
- 3) Calcular los valores para algún método de evaluación de flujo descontado, utilizando algunos valores posibles que estén incluidos en el intervalo de variación de cada variable y haciendo en cada caso, al resto de las variables tomar el valor estimado inicialmente.

Si son representados gráficamente los diferentes valores, esta representación y su posterior lectura se puede hacer de dos maneras diferentes, tomando en cuenta una variable con todos los posibles proyectos o todas las variables para un solo proyecto.

Si en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado como el más probable el valor actual neto era positivo, es posible preguntarse hasta dónde puede bajarse el precio o caer la cantidad demandada o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que ese valor actual neto se haga igual a su límite mínimo de aprobación. Se define el valor actual neto de equilibrio como cero, por cuanto es el nivel mínimo con el que podría aprobarse un proyecto. De aquí que al hacer el valor actual neto igual a cero se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima en el valor de una variable que resistiría el proyecto. La principal limitación de este modelo es que sólo puede sensibilizar una variable a la vez. El principio que es el fundamento de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego, la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar.

Si se sensibiliza una variable y se determina su máxima variación para que el proyecto siga siendo rentable, y se incluye este valor en el flujo para sensibilizar esta variable, esta última necesariamente se mantendrá inalterable, puesto que aquella ya ha llevado al valor actual neto a su límite.

2.1.5. Desviaciones en los flujos de efectivo esperados

Según el criterio utilizado al preparar el presupuesto de efectivo, los flujos reales de efectivo se desvían con respecto a lo esperado. Ante la incertidumbre, es necesario informar correctamente sobre posibles resultados con suficiente exactitud minimizando costos y preparando presupuestos adicionales para su análisis, ya que al apoyarse únicamente en el resultado esperado, puede darse una perspectiva errónea del futuro.

Los flujos deben basarse en la sensibilización. Al preparar un presupuesto de efectivo con los flujos esperados se utiliza simulación con diversos supuestos, planteando cambios, contingencias y analizando variedad de posibilidades es posible mejorar la perspectiva en la probabilidad de ocurrencia y comprender mejor las repercusiones.

La situación de efectivo esperada y la distribución de probabilidades de posibles resultados, ayuda al análisis adecuado de fondos adicionales requeridos o liberados, presentando una mayor exactitud en el saldo mínimo de efectivo, la estructura de vencimiento de deuda y capacidad de conseguir préstamos para obtener un margen de seguridad, además de anticipar los cambios drásticos. Al efectuar el análisis de la tolerancia, debe considerarse lo difícil que es obtener financiamiento a corto plazo para satisfacer el déficit de efectivo imprevisto y proporcionar valiosos conocimientos de eficiencia y flexibilidad al prever los costos de las desviaciones.

2.1.6. Técnicas de evaluación en proyectos de inversión

La evaluación en proyectos de inversión compara beneficios proyectados asociados a una decisión de inversión con su flujo de desembolsos proyectados. Diversas técnicas ayudan a medir la rentabilidad de un proyecto individual, con los resultados obtenidos sólo se mide uno de tantos escenarios futuros posibles, pues cambios en el entorno hacen que la rentabilidad calculada no sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Sólo una opción es válida al momento de implementar o no el proyecto, debiendo considerarse los escenarios futuros posibles, probabilidad de ocurrencia de cada uno, resultado económico y opiniones de cobro por no implementar el proyecto.

Los métodos de incorporación del riesgo, insuficientes para agregarlos por sí solos a una evaluación, si bien en ciertos casos pueden ser reemplazados con los métodos de sensibilidad, sólo complementan la información dada al inversionista para ayudarlo en su decisión. En general, los modelos de sensibilización muestran la variabilidad que se puede exhibir o resistir según el modelo utilizado y la proyección del flujo de caja, son alternativas de uso en los modelos que incorporan el factor riesgo a la evaluación.

Considerar flujos en el tiempo implica determinar la tasa de interés adecuada. Muchos evaluadores reemplazan con sensibilización los modelos tradicionales de incorporación del riesgo en flujos de caja o en criterios que lo incorporan en la tasa de actualización.

El método tradicional analiza efectos del valor actual neto al modificar el valor de alguna variable susceptible a cambios confeccionando tantos flujos de caja como combinaciones entre las variables. Sin embargo, confeccionar demasiados flujos de caja no facilita la decisión del inversionista al confundirlo más. El cambio para hacer al modelo más eficiente y eficaz es el que confecciona sólo tres flujos de caja: inicial, optimista y pesimista; éstos últimos dentro de tramos realmente posibles de esperar.

El modelo unidimensional trabaja con una sola variable cada vez. A diferencia del anterior, busca determinar hasta dónde podrá modificarse el valor de la variable estimada en el flujo inicial para un proyecto atractivo al inversionista. Este método es más eficiente por buscar un solo valor límite que al conocerlo el inversionista, permite incorporar su aversión al riesgo. De acuerdo con esto, la tasa interna de retorno correspondería a una sensibilización de la tasa de costo de capital.

El objetivo al descontar flujos de caja futuros proyectados, es determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa para la misma suma de dinero requerida por el proyecto de inversión. Los principales métodos que utilizan el concepto de flujo descontado son el valor actual neto y la tasa interna de retorno. Menos importante es el de razón beneficio-costo descontada junto con todos las demás existentes en donde es necesario conocer los fundamentos de las matemáticas financieras para su correcta aplicación.

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

3.1. El presupuesto de capital

El presupuesto de capital es una aplicación de la teoría económica empresarial, sostiene que una empresa debe operar hasta el punto en que su ingreso marginal es exactamente igual a su costo marginal. La implantación adecuada de esta regla dará como resultado decisiones que llevarán al máximo la riqueza de los accionistas.

Además de generar ideas, el primer paso del presupuesto de capital es acoplar la lista de las nuevas inversiones propuestas con los datos necesarios para evaluarlas.

Al adoptarse un presupuesto de capital, debe programarse el financiamiento y adquisición de fondos para satisfacer los requerimientos.

En casi todas las empresas existen más proyectos de los que se es capaz o se está dispuesto a financiar. Algunas proposiciones son mejores, y deben desarrollarse los criterios de evaluación en proyectos de inversión como métodos para distinguirlas. El producto final es un aspecto de las propuestas y determina cuántas se deben jerarquizar para considerarse en la toma de decisiones.

3.1.1. Flujos de efectivo para el presupuesto de capital

Para efectos de presupuesto de capital, puede usarse el estado de resultados proforma para calcular flujos de efectivo.

Estado de resultados proforma⁶

Descripción	Símbolo	Monto
Cambio en ingresos incrementales o de ventas	ΔR	\$ ΔR
Cambio en costos variables en operación	ΔVC	- ΔVC
Cambio en costos fijos de efectivo	ΔFCC	- ΔFCC
Cambio en depreciación	Δdep	- Δdep
Cambio en utilidades antes de intereses e impuestos	$\Delta EBIT$	$\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep$
Cambio en gastos de intereses	ΔrD	- ΔrD
Cambio en utilidades antes de impuestos	ΔEBT	$\Delta EBIT - \Delta rD$
Cambio en impuestos (K = tasa de impuestos)	ΔTax	- $K(\Delta EBIT - \Delta rD)$
Cambio en ingreso neto	ΔNI	$\Delta EBT - \Delta Tax$

Se deberá considerar los flujos de efectivo después de impuestos para proyectos financiados en su totalidad con capital contable.

Con el propósito de dar una mejor comprensión de los flujos de efectivo para el presupuesto de capital, se enuncia a continuación las siguientes definiciones.

⁶ Fuente: WESTON J. Fred, “Finanzas en administración”, Tomo 1. pp-110.

Definición. Los flujos de efectivo para propósitos de presupuesto de capital son los flujos de caja después de impuestos para un proyecto de inversión financiado en su totalidad con capital contable.

$$\Delta \text{Flujo de efectivo} = \Delta EBIT - K(\Delta EBIT) + \Delta dep.^7$$

Definición. El ingreso gravable o cambio en utilidades antes de intereses e impuestos, cuando el proyecto no tiene deudas, es la diferencia entre los ingresos incrementales y todas las partidas que serán destinadas para propósitos fiscales.

$$\Delta EBIT = \Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep).$$

Definición. El cambio en el ingreso neto es la diferencia entre el cambio en utilidades antes de intereses e impuestos y el cambio en gastos de intereses menos el cambio en impuestos.

$$\Delta NI = (\Delta EBIT - \Delta rD) - K(\Delta EBIT - \Delta rD).$$

A continuación, una proposición para los flujos de efectivo, indispensables a las técnicas de presupuesto de capital y útiles a la evaluación en proyectos de inversión.

⁷ En la expresión $\Delta \text{Flujo de efectivo} = \Delta EBIT - K(\Delta EBIT)$, debe añadirse el cambio en depreciación Δdep debido a que la depreciación no es un flujo de salida de efectivo.

Proposición.

Las expresiones algebraicas

$$(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) - K(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep .$$

$$\Delta NI + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD .$$

son equivalentes a la definición de flujos de efectivo para presupuesto de capital.

En donde K = tasa de impuestos.

Demostración.

Por definición, $\Delta \text{Flujodeefectivo} = \Delta EBIT - K(\Delta EBIT) + \Delta dep$. Agrupando el término

$\Delta EBIT$ se obtiene:

$\Delta EBIT = \Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)$, sustituyendo $\Delta EBIT$ se obtiene:

$$\begin{aligned} (1 - K)\Delta EBIT + \Delta dep &= (1 - K)(\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)) + \Delta dep \\ &= (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep . \end{aligned}$$

De aquí se deduce que:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Flujo de efectivo} &= (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep \\ &= (\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) - K(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep . \end{aligned}$$

Por lo tanto, se obtiene la equivalencia de la primera expresión de esta proposición con la definición de flujos de efectivo para efectos de presupuesto de capital, es decir:

$$\Delta \text{Flujo de efectivo} = (\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) - K(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep .$$

La equivalencia de la segunda expresión, se demuestra de la siguiente manera:

Por definición $\Delta NI = (\Delta EBIT - \Delta rD) - K(\Delta EBIT - \Delta rD)$.

Sustituyendo en la expresión $\Delta NI + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD$ se obtiene que:

$$\Delta NI + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD = [(\Delta EBIT - \Delta rD) - K(\Delta EBIT - \Delta rD)] + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD .$$

Sustituyendo $\Delta EBIT = \Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)$ en esta última ecuación se tiene:

$$\begin{aligned} & [(\Delta EBIT - \Delta rD) - K(\Delta EBIT - \Delta rD)] + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \\ = & [(\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep) - \Delta rD) - K(\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep) - \Delta rD)] \\ & \qquad \qquad \qquad + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \\ = & (1 - K)(\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep) - \Delta rD) + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \\ = & (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep - \Delta rD) + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \end{aligned}$$

Al separar los términos ΔrD , se deduce que:

$$\begin{aligned} & (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep - \Delta rD) + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \\ = & (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) - (1 - K)\Delta rD + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD \\ = & (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep - (1 - K)\Delta rD + (1 - K)\Delta rD \\ = & (1 - K)(\Delta R - \Delta VC - \Delta FCC - \Delta dep) + \Delta dep \\ = & (1 - K)[\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)] + \Delta dep \end{aligned}$$

Por definición $\Delta EBIT = \Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)$, por lo cual:

$$\begin{aligned} (1 - K)[\Delta R - (\Delta VC + \Delta FCC + \Delta dep)] + \Delta dep &= (1 - K)\Delta EBIT + \Delta dep \\ &= \Delta EBIT - K(\Delta EBIT) + \Delta dep \end{aligned}$$

Por lo tanto, se obtiene la equivalencia de la segunda expresión de esta proposición,

es decir: $\Delta Flujo de efectivo = \Delta EBIT - K(\Delta EBIT) + \Delta dep$.

De este modo, al unir ambas partes, la proposición se ha demostrado completamente.

$$\Delta Flujo de efectivo = (1 - K)\Delta EBIT + \Delta dep = \Delta NI + \Delta dep + (1 - K)\Delta rD .$$

3.1.1.1. El criterio del valor presente neto

El criterio del valor presente neto es un enfoque de flujo de efectivo descontado, en la elaboración del presupuesto de capital. Plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor presente neto (*VPN*) es igual o superior a cero, donde el *VPN* es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

Se puede expresar la formulación matemática de este criterio de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} VPN &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} \end{aligned}$$

En donde:

Y_t = flujo de ingresos del proyecto

E_t = flujo de egresos del proyecto

I_0 = Inversión inicial del proyecto en el momento cero de la evaluación

i = Tasa de descuento

BN_t = Beneficio neto del flujo en el período t

Probablemente el valor presente neto tenga como resultado el valor cero, indicando que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige a la inversión; si el resultado fuere negativo, debe interpretarse como la cantidad que hace falta para que el proyecto de inversión rente lo exigido por el inversionista.

Si el inversionista acepta una propuesta con un valor presente neto mayor que cero, el precio de mercado de la acción debe subir, entonces se estará aceptando un proyecto con rendimiento mayor de lo necesario con el fin de evitar posibles cambios desfavorables que pueden afectar el precio de la acción en el mercado.

El *VPN* es la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos actualizados del proyecto. Por tanto, para que el *VPN* sea igual a cero, debe cumplirse que:

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

En donde:

I_0 = Inversión inicial del proyecto

Y_t = Ingresos del periodo t

E_t = Egresos del período t

i = Tasa de descuento

t = periodo

Esta fórmula debe desagregarse en función de las variables a sensibilizar. Por ejemplo, si se desea determinar las máximas variaciones posibles en los precios y en el volumen de producción y ventas, se descompone la ecuación anterior para incluir expresamente los elementos a sensibilizar, obteniendo la siguiente expresión:

$$0 = \left(\sum_{t=1}^m \frac{p \cdot q}{(1+i)^t} + \frac{Veq}{(1+i)^j} - \sum_{t=1}^m \frac{cv \cdot q}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{cf}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{Dep}{(1+i)^t} - \frac{VL}{(1+i)^j} \right) (1-K) \\ + \sum_{t=1}^m \frac{Dep}{(1+i)^t} + \frac{VL}{(1+i)^j} - I_0 - \frac{I_j}{(1+i)^j} - I_{CT} + \frac{I_{CT}}{(1+i)^m} + \frac{VD}{(1+i)^m}$$

En donde:

p = precio unitario	I = inversiones en capital fijo
q = producción y ventas	CT = capital de trabajo
cv = costo variable unitario	VD = valor de desecho del proyecto
cf = costo fijo anual	K = tasa de impuesto a las utilidades
Dep = depreciación	i = tasa de descuento
Veq = precio venta del activo	t = período
VL = valor libro del activo	m = último periodo de evaluación
I_j = inversión en reposición	j = período de reemplazo de activo

A manera de ejemplo supóngase un flujo de caja con la siguiente información:

$$p = \$100$$

$$VL = \$150,000$$

$$q = 10,000 \text{ unidades}$$

$$I_i = \$500,000$$

$$cv = \$30$$

$$I = \$1,200,000$$

$$cf = \$150,000$$

$$CT = \$300,000$$

$$Dep = \$100,000$$

$$VD = \$400,000$$

$$j = 7$$

$$K = 10\%$$

$$Veq = \$250,000$$

$$i = 20\%$$

(CANTIDADES EXPRESADAS EN MILES)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VA
Ingresos		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	4192.47
Venta equipo								250				69.77
Costo variable		-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-1257.74
Costo fijo		-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-628.87
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-419.25
Valor libro								-150				-41.86
Utilidad bruta		450	450	450	450	450	450	550	450	450	450	1914.52
Impuesto		-45	-45	-45	-45	-45	-45	-55	-45	-45	-45	-191.45
Utilidad neta		405	405	405	405	405	405	495	405	405	405	1723.07
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	419.25
Valor libro								150				41.86
Inversión	-1200											-1200.00
Reemplazo								-500				-139.54
Capital de trabajo	-300										300	-251.55
Valor de desecho											400	64.60
Flujo de efectivo	-1500	505	505	505	505	505	505	245	505	505	1205	657.69

En este ejemplo, se agregó, al final del flujo, una columna con el resultado de la actualización de cada cuenta de flujo. Al sustituir los valores obtenidos, exceptuando los ingresos por contener la variable precio por sensibilizar, se obtiene:

$$0 = \left(\sum_{t=1}^{10} \frac{(10000)p}{(1+0.2)^t} + \frac{250000}{(1+0.2)^7} - \sum_{t=1}^{10} \frac{(30)(10000)}{(1+0.2)^t} - \sum_{t=1}^{10} \frac{150000}{(1+0.2)^t} - \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1+0.2)^t} - \frac{150000}{(1+0.2)^7} \right) (1-0.1)$$

$$+ \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1+0.2)^t} + \frac{150000}{(1+0.2)^7} - 1200000 - \frac{500000}{(1+0.2)^7} - 300000 + \frac{300000}{(1+0.2)^{10}} + \frac{400000}{(1+0.2)^{10}}$$

De aquí que $p=82.57$, indicando que el precio unitario de \$100 puede caer hasta un 17.43% para que, al vender 10000 unidades, el *VPN* sea igual a cero.

Para calcular la cantidad producida y vendida que hace al *VPN* igual a cero, deberá procederse de igual manera, observándose que la variable q se encuentra en la cuenta de ingresos y en los costos variables:

$$0 = \left(\sum_{t=1}^{10} \frac{(100)q}{(1+0.2)^t} + \frac{250000}{(1+0.2)^7} - \sum_{t=1}^{10} \frac{(30)q}{(1+0.2)^t} - \sum_{t=1}^{10} \frac{150000}{(1+0.2)^t} - \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1+0.2)^t} - \frac{150000}{(1+0.2)^7} \right) (1-0.1)$$

$$+ \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1+0.2)^t} + \frac{150000}{(1+0.2)^7} - 1200000 - \frac{500000}{(1+0.2)^7} - 300000 + \frac{300000}{(1+0.2)^{10}} + \frac{400000}{(1+0.2)^{10}}$$

Despejando q , se obtiene $q = 7510$, indicando que la cantidad producida y vendida de 10000 unidades puede caer hasta un 24.90% para que, con un precio unitario de \$100, se alcance un *VPN* igual a cero.

El mismo procedimiento se sigue para sensibilizar cualquier otra variable. El resultado indica el punto o valor límite que puede tener el factor sensibilizado para que el VPN sea cero. La única limitación del modelo es que el índice t deja de ser relevante en la variable analizada, puesto que ésta adoptará siempre un valor constante.

En el modelo multidimensional de la sensibilización del VPN el análisis, a diferencia del unidimensional, además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar variaciones en el VPN frente a ciertos cambios en los valores para definir el efecto con los resultados en la evaluación de errores en estimaciones.

El error en la estimación se puede medir por la diferencia entre el valor estimado en la evaluación y otros que pudiera adoptar la variable eventualmente.

Se debe considerar los flujos de caja y la fórmula de actualización $VPN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$

En donde:

VPN = Valor presente neto

F_t = Beneficio neto del flujo de caja F en el período t

i = Tasa de descuento

n = Períodos de flujo

Es posible determinar el efecto potencial de los errores en los datos de entrada del valor presente neto, para ello se supondrá que la tasa de descuento permanece constante. En consecuencia, sólo se trabajará con errores en la estimación de la vida útil, del flujo de caja o de ambos.

Si a los valores estimados F , t y n se les asignan respectivamente los valores R , m y s para su sensibilización, donde R , m y s representan los distintos valores con que se sensibilizará el valor presente neto del proyecto, el error en la estimación se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\Delta VPN = \sum_{m=0}^s \frac{R_m}{(1+i)^m} - \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

Al expresar esta diferencia como porcentaje de la estimación original, se tiene:

$$\frac{\Delta VPN}{VPN} = \frac{\sum_{m=0}^s \frac{R_m}{(1+i)^m} - \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}} = \left[\frac{\sum_{m=0}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}}{\sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}} \right] - 1$$

El análisis multidimensional así planteado puede adaptarse al unidimensional haciendo cero todas las variaciones, con excepción de las correspondientes a la variable por sensibilizar.

Así, al sensibilizar la variable p en nuestro ejemplo, se obtiene:

$$\frac{\Delta VPN}{VPN} = \frac{\sum_{m=0}^s \frac{Rm}{(1+i)^m} - \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}} = \frac{\left(\sum_{m=1}^{10} \frac{10000(p_m)}{(1+0.2)^m} - \sum_{t=1}^{10} \frac{10000(p_t)}{(1+0.2)^t} \right) (1-0.1)}{\left(\sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+0.2)^t} \right)}$$

$$= \frac{\left(\sum_{m=1}^{10} \frac{10000}{(1.2)^m} (p_m) - \sum_{t=1}^{10} \frac{10000}{(1.2)^t} (p_t) \right) (0.9)}{\left(\sum_{t=1}^{10} \frac{10000(100)}{(1.2)^t} + \frac{100000}{(1.2)^7} - \sum_{t=1}^{10} \frac{550000}{(1.2)^t} \right) (0.9) + \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1.2)^t} - \frac{350000}{(1.2)^7} - 1500000 + \frac{700000}{(1.2)^{10}}}$$

$$= \frac{\sum_{m=1}^{10} \frac{9000}{(1+0.2)^m} (p_m) - \sum_{t=1}^{10} \frac{9000}{(1+0.2)^t} (p_t)}{657690} = \frac{\sum_{m=1}^{10} \frac{9000}{(1+0.2)^m} (82.57) - \sum_{t=1}^{10} \frac{9000}{(1+0.2)^t} (100)}{657690} = -0.99997 \approx -1.$$

Que es lo mismo que hacer: $\frac{\Delta VPN}{VPN} = \left[\frac{\sum_{m=0}^s \frac{Rm}{(1+i)^m}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}} \right] - 1$

$$= \left[\frac{\left(\sum_{m=1}^{10} \frac{10000(82.57)}{(1.2)^m} + \frac{100000}{(1.2)^7} - \sum_{m=1}^{10} \frac{550000}{(1.2)^m} \right) (0.9) + \sum_{m=1}^{10} \frac{100000}{(1.2)^m} - \frac{350000}{(1.2)^7} - 1500000 + \frac{700000}{(1.2)^{10}}}{\left(\sum_{t=1}^{10} \frac{10000(100)}{(1.2)^t} + \frac{100000}{(1.2)^7} - \sum_{t=1}^{10} \frac{550000}{(1.2)^t} \right) (0.9) + \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1.2)^t} - \frac{350000}{(1.2)^7} - 1500000 + \frac{700000}{(1.2)^{10}}} \right] - 1$$

$$= \left[\frac{\left(\sum_{m=1}^{10} \frac{10000(p_m)}{(1.2)^m} + \frac{100000}{(1.2)^7} - \sum_{m=1}^{10} \frac{550000}{(1.2)^m} \right) (0.9) + \sum_{m=1}^{10} \frac{100000}{(1.2)^m} - \frac{350000}{(1.2)^7} - 1500000 + \frac{700000}{(1.2)^{10}}}{\left(\sum_{t=1}^{10} \frac{10000(p_t)}{(1.2)^t} + \frac{100000}{(1.2)^7} - \sum_{t=1}^{10} \frac{550000}{(1.2)^t} \right) (0.9) + \sum_{t=1}^{10} \frac{100000}{(1.2)^t} - \frac{350000}{(1.2)^7} - 1500000 + \frac{700000}{(1.2)^{10}}} \right] - 1$$

$$= \frac{17.99}{657690} - 1 = -0.99997 \approx -1.$$

El proyecto es rentable si la diferencia del valor presente de las estimaciones futuras es mayor o igual a la inversión inicial. En consecuencia, el valor presente en estas estimaciones sólo podrá descender hasta el monto de la inversión. Si esta diferencia se expresa como porcentaje del valor presente de las estimaciones futuras, se tiene:

$$MVP = \frac{VPN}{\sum_{m=1}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}} = \frac{\sum_{m=0}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}}{\sum_{m=1}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}} = \frac{\sum_{m=1}^s \frac{R_m}{(1+i)^m} - \sum_{m=0}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}}{\sum_{m=1}^s \frac{R_m}{(1+i)^m}} = \frac{VP - I_0}{VP}$$

En donde:

MVP = porcentaje máximo en que puede disminuir el valor presente de las estimaciones futuras para que el VPN del proyecto sea cero

VPN = valor presente neto

VP = valor presente de las estimaciones futuras

En nuestro ejemplo, al sustituir en la ecuación anterior un valor presente en las estimaciones futuras de \$2,157,690 y una inversión inicial de \$1,500,000, se tiene:

$$MVP = \frac{2157690 - 1500000}{2157690} = 0.30481209$$

Es decir, el valor actual en las estimaciones futuras sólo puede disminuir hasta un 30.481209% para que el *VPN* sea cero.

El procedimiento más correcto al aplicar el análisis multidimensional con dos ó más variables, es la elaboración de una tabla de errores combinados, indicando la variación porcentual del valor presente de las estimaciones futuras para distintas combinaciones de las variables sensibilizadas en el proyecto de inversión.

El siguiente cuadro es una tabla en donde aparecen los resultados para varias combinaciones de errores entre el valor presente de las estimaciones futuras y las variables a sensibilizar del proyecto, Se han supuesto para fines de ejemplo p_m y q_m .

En el ejemplo donde $p_t=100$ y $q_t=10000$, el valor presente de las estimaciones futuras puede disminuir hasta un 30.48% para que el proyecto sea rentable. Si el valor presente de las estimaciones futuras del proyecto original disminuyera un 30.48%, entonces el valor presente de las estimaciones futuras del proyecto alternativo no deben disminuir. Aplicando el análisis de sensibilidad para este caso se tiene que $p_m=82.57$, $q_m=10000$ ó $p_m=100$, $q_m=7510$. En este caso, el proyecto es sensible.

También mediante el análisis de sensibilidad es posible estimar cuando el valor presente de las estimaciones futuras del proyecto original se vean incrementadas un 30.48%, para lo cual $p_m=111.30$, $q_m=10753.70$ y el valor presente neto de las estimaciones futuras de esta nueva propuesta deberá aumentar un 46.72% para que el proyecto siga siendo rentable.

Tabla de resultados de combinaciones de errores en el Valor presente de las estimaciones futuras			
	69.52%	100% ($p_t = 100, q_t = 10000$)	130.48%
p, q	-30.48%	0%	30.48%
$p_m = 82.57, q_m = 10000$	0%		
$p_m = 100, q_m = 7510$	0%		
$p_m = 100, q_m = 10000$		30.48%	
$p_m = 111.30, q_m = 10753.70$			46.72%

Los resultados de esta tabla son los que se deben comparar con los obtenidos en la

aplicación de la ecuación $MVP = \frac{VP - I_0}{VP}$.

Del análisis de la tabla anterior se deduce que el efecto de errores en la cantidad y el precio unitario para el proyecto no es simétrico ni proporcional. Los errores combinados, tienden a compensarse en el valor presente de las estimaciones futuras, dependiendo de los cambios relativos de las variables en el valor asignado y el estimado.

El efecto sobre el valor presente neto dependerá de los errores relativos de cada variable y de la tasa de descuento utilizada.

En situaciones de riesgo e incertidumbre, la técnica de simulación es fácil de entender y aplicar. Utilizando simulación, es posible determinar la distribución de probabilidad del VPN y en base a ello tomar una decisión. Los pasos para determinar esta distribución son:

1. Determinar el VPN máximo y mínimo que puede resultar de la simulación.
2. Dividir este intervalo en varios subintervalos iguales.
3. Simular el valor de los flujos de efectivo que comprende el proyecto.
4. Calcular el valor presente de los flujos de efectivo simulados en el paso anterior de acuerdo a la expresión: $VPN = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$, donde S_t es el flujo de efectivo simulado al período t .
5. Repetir los pasos anteriores tantas veces como se desee.

Si se aplica este procedimiento, el resultado será el histograma tabulado de la frecuencia acumulada de la distribución del valor presente neto:

Ejemplificando esto, supongamos en nuestro modelo que la variable p puede variar dentro de un intervalo $[50, 200]$ y que la variable q sea aproximadamente igual a $250p$, además de que todas las demás variables independientes permanecen constantes.

Siguiendo los pasos para determinar la distribución del VPN , se tiene lo siguiente:

Paso 1. Para determinar el VPN máximo y mínimo que puede resultar de la simulación, se plantea el modelo como sigue:

$$\begin{aligned}
 MAX \quad VPN = & \left(\sum_{t=1}^m \frac{p \cdot q}{(1+i)^t} + \frac{Veq}{(1+i)^j} - \sum_{t=1}^m \frac{cv \cdot q}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{cf}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{Dep}{(1+i)^t} - \frac{VL}{(1+i)^j} \right) (1-K) \\
 & + \sum_{t=1}^m \frac{Dep}{(1+i)^t} + \frac{VL}{(1+i)^j} - I_0 - \frac{I_j}{(1+i)^j} - I_{CT} + \frac{I_{CT}}{(1+i)^m} + \frac{VD}{(1+i)^m}
 \end{aligned}$$

Sujeto a $50 \leq p \leq 200$, $q = 250p$,

de lo cual se obtiene que el VPN máximo es 30088844 y el VPN mínimo -1040262 .

Paso 2. Dividiendo el intervalo $[-1040262, 30088844]$ en 20 subintervalos iguales obtenemos el límite inferior y el límite superior de cada subintervalo.

Paso 3. Simulando el valor de los flujos de efectivo, para este ejemplo se hicieron 500 simulaciones.

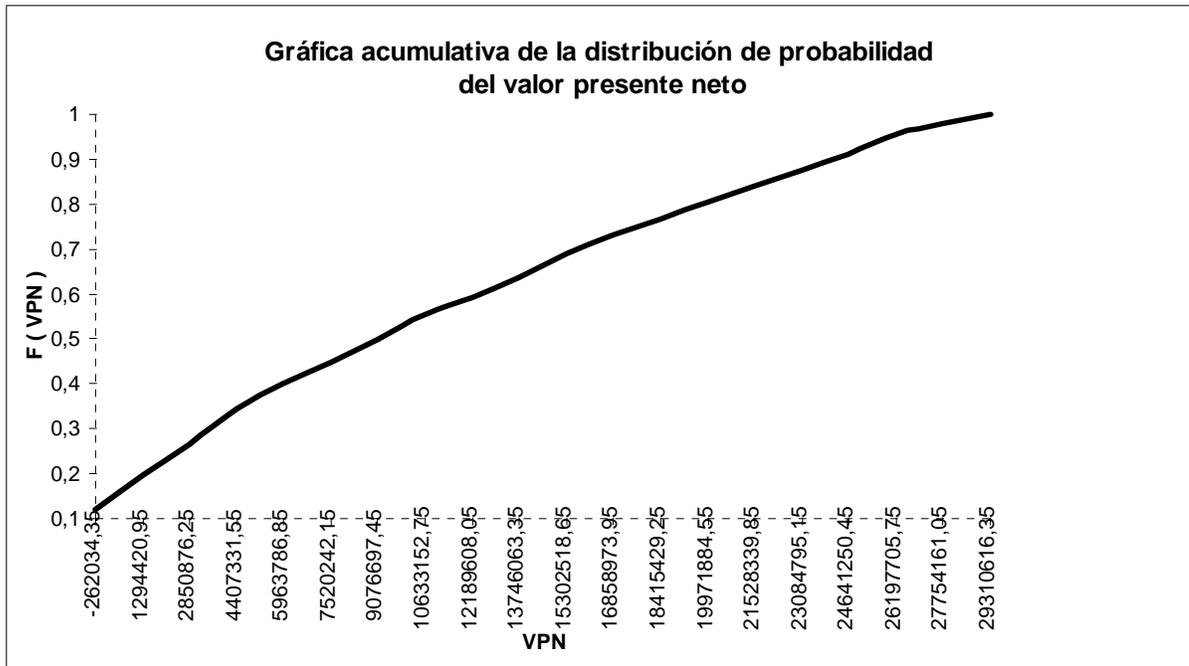
Paso 4. Calcular el valor presente de los flujos de efectivo simulados.

Paso 5. Es posible repetir los pasos anteriores para tener una visión mas amplia del proyecto de inversión.

Los resultados de ejecutar estos pasos se muestran en la siguiente tabla:

Límite inferior del intervalo	Límite superior del intervalo	Probabilidad	Probabilidad acumulada
-1040262	516193,3	0,122	0,122
516193,3	2072648,6	0,076	0,198
2072648,6	3629103,9	0,068	0,266
3629103,9	5185559,2	0,080	0,346
5185559,2	6742014,5	0,056	0,402
6742014,5	8298469,8	0,046	0,448
8298469,8	9854925,1	0,050	0,498
9854925,1	11411380,4	0,056	0,554
11411380,4	12967835,7	0,038	0,592
12967835,7	14524291	0,044	0,636
14524291	16080746,3	0,054	0,69
16080746,3	17637201,6	0,040	0,73
17637201,6	19193656,9	0,038	0,768
19193656,9	20750112,2	0,038	0,806
20750112,2	22306567,5	0,036	0,842
22306567,5	23863022,8	0,034	0,876
23863022,8	25419478,1	0,036	0,912
25419478,1	26975933,4	0,044	0,956
26975933,4	28532388,7	0,022	0,978
28532388,7	30088844	0,022	1,000

La gráfica de la distribución acumulada del *VPN* obtenida es la siguiente:



Se obtiene así la distribución acumulada del VPN y la probabilidad de que el $VPN < 0$, para este ejemplo es 10.564% aproximadamente. El proyecto será aceptado según el criterio utilizado y los estándares establecidos, sin embargo, un número mas elevado de simulaciones determina mayor exactitud a la distribución de probabilidad del VPN .⁸

Calculando la media y la desviación tipo se obtiene:

$$\mu(VPN) = E(VPN) \approx \sum_{x=1}^N (VPN)_x (\text{probabilidad})_x = 11225428.324 .$$

$$\sigma(VPN) = \sqrt{VAR(VPN)} \approx \sqrt{\sum_{x=1}^N [(VPN)_x - \mu(VPN)_x]^2 / (N - 1)} = 8977172.530 .$$

En donde:

μ = la media del valor presente neto

σ = desviación tipo del valor presente neto

$VAR(VPN)$ = la varianza del valor presente neto

$E(VAN)$ = esperanza del valor presente neto

Cuanto mayor sea la desviación tipo del VPN , mayor será el nivel de riesgo de un proyecto. Así, la desviación tipo se utiliza como una medida del riesgo implícito.

Sin embargo, este nivel de riesgo, medido así, tiene dos inconvenientes importantes:

⁸ Cfr. "DATOS ORDENADOS RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN PARA EL VALOR PRESENTE NETO" ver anexo.

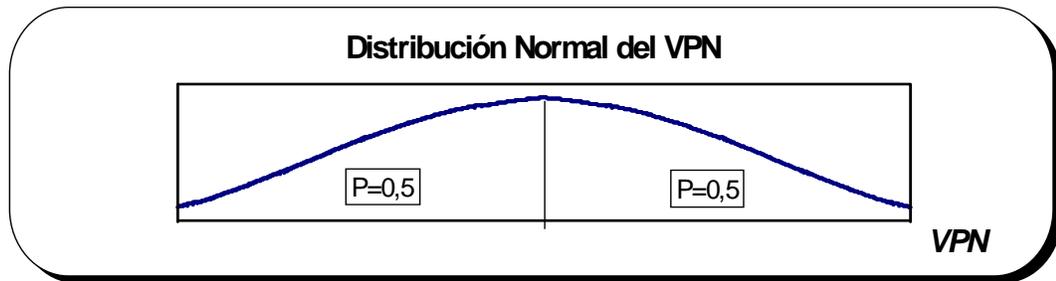
1. Es una medida de dispersión absoluta, es decir, no relacionada con el valor de la esperanza matemática que intenta ponderar. Así, una desviación tipo es relativa en relación a la magnitud del *VPN* esperado.
2. Un proyecto puede tener una desviación tipo muy alta pero, aún en el peor de los casos ,en la más pesimista de las posibilidades, su *VPN* ser superior al de otra alternativa con riesgo mínimo.

La primera limitación se resuelve por medio del coeficiente de variación, que es el cociente entre la desviación tipo y el *VPN* esperado del proyecto. En nuestro ejemplo:

$$\text{Coeficiente de Variación} = \frac{\sigma(VPN)}{VPN \text{ Esperado}} = \frac{8977172.530}{11225428.324} = 0.7997175942$$

La segunda limitación, nos indica la irracionalidad de evaluar proyectos exclusivamente en función de su riesgo, medido éste por medio de su desviación tipo o de su coeficiente de variación. Estas medidas sirven para calificar los valores presentes netos de diferentes proyectos, por lo que no son un modelo de análisis en sí mismo.

Por otro lado, el *VPN*, considerado como una variable aleatoria, posee una distribución normal, de media igual al *VPN* esperado. Podemos aplicar entonces la teoría estadística de la estimación por intervalo.



MEDIA = VPN Esperado

$$\sigma + \sigma_{(0)} = \sum_{i=1}^n \sigma_{(0i)} (1+\aleph)^{-i}$$

La estimación por intervalo de una variable normal consiste en construir un intervalo, centrado sobre la media de la variable a estimar, que contenga, con una determinada probabilidad, el verdadero valor de dicha variable. El intervalo vendrá dado por:

$$\mu - \sigma \epsilon < X < \mu + \sigma \epsilon$$

En donde:

X = Variable a estimar

μ = Media de la variable a estimar

ϵ = Valor que se obtiene de la distribución Normal y que dependerá de cual sea la probabilidad con la que queremos asegurar que el verdadero valor de la variable está dentro del intervalo. Por ejemplo, con una probabilidad del 95%, ϵ vale 1.96.⁹

⁹ Cfr. "TABLA DE VALORES PARA LA DISTRIBUCIÓN NORMAL", en el anexo.

Así, afirmamos que, con un 95% de probabilidad, el valor esperado del *VPN* tomará un valor comprendido entre:

$$\mu - \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \in = 11225428.324 - \left(\frac{8977172.530}{\sqrt{500}} \right) (1.96) = 10438544.45.$$

y

$$\mu + \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \in = 11225428.324 + \left(\frac{8977172.530}{\sqrt{500}} \right) (1.96) = 12012312.19.$$

Otra aplicación de esta misma teoría es la estimación de la probabilidad que hay de que el valor esperado del *VPN* tome un valor inferior o superior a un determinado valor de referencia. Por ejemplo, al hallar la probabilidad de que el proyecto representado tome una esperanza inferior a 11,000,000. Aplicando la teoría de la distribución normal, podemos afirmar que:

$$\in(VPN \text{ Esperado} < 11,000,000) = \frac{11,000,000 - 11225428.324}{(8977172.530)/\sqrt{500}} = -0.561505$$

Luego, buscando el valor de la distribución normal acumulada:

$$P[VPN \text{ Esperado} < 11,000,000] = 28.72\%$$

Es decir, existe un 28.72 por ciento de probabilidades de que el proyecto termine dando un *VPN* esperado inferior a 11,000,000.

La decisión de aceptación o rechazo utilizando el criterio del valor presente neto, depende en gran medida de la tasa de descuento utilizada, ya sea que se utilice el promedio ponderado de las fuentes de financiamiento llamado costo de capital o la tasa de recuperación mínima atractiva (*TREMA*) la cual incluye factores como el riesgo que representa un determinado proyecto, la disponibilidad de dinero de la empresa y la tasa de inflación prevaleciente en la economía nacional.

Procedimientos al seleccionar alternativas entre varias mutuamente exclusivas son:

- Valor presente de la inversión total.- Se determina el valor presente de los flujos de efectivo que genera cada alternativa y se selecciona la del *VPN* máximo.
- Valor presente del incremento de la inversión.- Se calculan los flujos de efectivo netos de la diferencia entre los flujos de efectivo de dos ó más alternativas analizadas justificando el incremento en la inversión. Este incremento se considera aceptable si su rendimiento excede la tasa de descuento, es decir, si el valor presente del incremento en la inversión es mayor que cero.

Cuando se aplica el método del valor presente del incremento en la inversión en la selección de alternativas mutuamente exclusivas, los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Poner las alternativas en orden ascendente de acuerdo a su inversión inicial.
- 2) Seleccionar como mejor alternativa la de menor costo. La alternativa “no hacer nada” es la base contra la cual se compara la siguiente alternativa de menor costo.
- 3) Comparar la mejor alternativa con la siguiente, determinando el valor presente del incremento en la inversión utilizando flujos de efectivo diferenciales.
- 4) Repetir el paso anterior hasta que todas las alternativas disponibles hayan sido analizadas.

La alternativa que maximiza el valor presente y proporciona un rendimiento mayor que *TREMA*, es la alternativa de mayor inversión cuyos incrementos de inversión se justificaron.

El valor presente del incremento en la inversión también se puede aplicar en la selección de alternativas mutuamente exclusivas en las cuales sólo se tiene información de los costos. Sin embargo, bajo esta nueva situación, a diferencia de cuando los ingresos son conocidos; la alternativa “no hacer nada” no puede ser considerada en el análisis como una alternativa factible. Lo anterior es justificable puesto que es preferible no gastar a tener puros desembolsos.

3.1.1.2. El criterio de repetición de proyectos

Un criterio de flujo descontado utilizado al comparar proyectos de inversión con distinta vida útil es el de repetición de proyectos, consiste en “repetir” los proyectos mutuamente excluyentes las veces que sean necesarias para que inicien al mismo momento y terminen en el tiempo adecuado haciendo factible su comparación entre sí.

Estos proyectos al repetirse de tal modo que al conjuntarlos hasta que la serie de las repeticiones de un proyecto dure exactamente tanto como la serie de otro, ambos proyectos de inversión, teóricamente tendrían un ciclo de vida igual.

Este procedimiento se complica cuando existen varios proyectos con vidas diferentes a evaluar, por lo tanto en estos casos, el procedimiento a seguir es suponer que cada proyecto se repite a una escala constante para siempre, con este procedimiento no sólo cada proyecto tendrá la misma vida, sino que también será equivalente a la maximización de la riqueza de los accionistas si el proyecto es repetible. El valor presente neto de una serie infinita de proyectos repetidos cada n años, es realmente el valor presente de una estrategia a largo plazo de invertir en el proyecto a n años.

Para fines de cálculo, se escribe el valor presente descontado de cada valor presente neto de la siguiente manera:

$$VPN(n, \infty) = VPN(n) + \frac{VPN(n)}{(1+i)^n} + \frac{VPN(n)}{(1+i)^{2n}} + \dots$$

En donde:

$VPN(n, \infty)$ = valor presente neto de un proyecto a n años, que es repetido a una escala constante para siempre

Sea $\frac{1}{(1+i)^n} = U$. Sustituyendo $\frac{1}{(1+i)^n}$ en la ecuación anterior se obtiene:

$$VPN(n, \infty) = VPN(n) + U VPN(n) + U^2 VPN(n) + \dots + U^N VPN(n),$$

$$VPN(n, \infty) = VPN(n)[1 + U + U^2 + \dots + U^N].$$

Al multiplicar ambos lados por U :

$$U[VPN(n, \infty)] = VPN(n)[U + U^2 + \dots + U^N + U^{N+1}].$$

Entonces, sustrayendo la ecuación $U[VPN(n, \infty)] = VPN(n)[U + U^2 + \dots + U^N + U^{N+1}]$ de la ecuación $VPN(n, \infty) = VPN(n) + U VPN(n) + U^2 VPN(n) + \dots + U^N VPN(n)$ para eliminar el número de intervalos intermedios. El resultado deja al primer término y al último:

$$VPN(n, \infty) - U VPN(n, \infty) = VPN(n)[1 - U^{N+1}].$$

Despejando $VPN(n, \infty)$, se obtiene que $VPN(n, \infty) = VPN(n) \frac{[1 - U^{N+1}]}{1 - U}$.

El segundo término del numerador en el lado derecho de la ecuación se disminuye a cero si el número de términos es infinito.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} U^{N+1} = \lim_{N \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{1+i} \right]^{N+1} \rightarrow 0, \text{ pues } \frac{1}{1+i} < 1.$$

La ecuación simplificada resultante es:

$$VPN(n, \infty) = VPN(n) \left[\frac{1}{1-U} \right].$$

Volviendo a sustituir el valor de U , tenemos:

$$VPN(n, \infty) = VPN(n) \left[\frac{1}{1 - (1/(1+i)^n)} \right].$$

Multiplicando el numerador y el denominador por $(1+i)^n$, tenemos:

$$VPN(n, \infty) = VPN(n) \left[\frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right].$$

Esta última ecuación es el valor presente neto de un proyecto a n años, repitiendo a una escala constante un número infinito de veces. Podemos usarlo para comparar proyectos repetidos con diferentes vidas, porque cuando sus corrientes de flujo de efectivo son repetidas para siempre, es como si tuvieran la misma vida.

Ambas propuestas para la repetición de proyectos de inversión, tanto la del supuesto del común múltiplo para diversas vidas útiles de los proyectos como la del valor presente neto de una serie infinita de proyectos repetidos a una escala constante para siempre, suponen que debe ser evaluado el proyecto en cada situación antes de ser utilizado porque todas las opciones pueden ser repetidas en las mismas condiciones de la primera vez, sin que se modifique su proyección de flujos, ni por cambios en el entorno ni en ningún otro factor.

La regla de decisión para ambos casos de este método sugiere, que el proyecto con mayor valor presente de la repetición de proyectos es el que deberá ser aceptado.

Este criterio de evaluación plantea que el proyecto debe aceptarse si el valor presente de la repetición de proyectos es igual o superior a cero, si el valor presente de la repetición de proyectos es igual a cero indica que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige; si es negativo debe interpretarse como la cantidad que hace falta a la repetición de proyectos para que el proyecto rente lo exigido por el inversionista.

3.1.1.3. El criterio del valor anual neto equivalente

Como el criterio del valor presente neto no puede usarse para comparar opciones con distinta vida útil, se utiliza en este caso el criterio del valor anual neto equivalente (*VAE*), incluyendo cuando las opciones que se comparan tienen diferentes beneficios asociados, o el del costo anual equivalente, donde sólo difieren sus costos.

El valor anual neto equivalente se determina calculando primero el *VPN* del proyecto y después su equivalencia como flujo constante en las estimaciones futuras sin tomar en cuenta el momento en que se efectúa la inversión inicial. Por último se obtiene el valor presente de las estimaciones futuras mismo que debe ser igual al valor presente neto del proyecto. Esto es:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{VAE}{(1+i)^t} = (VAE) \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}$$

Despejando al *VPN*, se obtiene la expresión del valor anual neto equivalente:

$$\begin{aligned} VAE &= \frac{VPN}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}} \\ &= \frac{VPN}{\sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}}. \end{aligned}$$

El criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si el valor anual neto equivalente es igual o superior a cero, si es igual a cero indica que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige; si es negativo debe interpretarse como la cantidad que hace falta al valor anual equivalente para que el proyecto de inversión rente lo exigido por el inversionista.

Esta propuesta supone una evaluación por cada situación, pues todas las opciones deben ser evaluadas en iguales condiciones sin que se muestren cambios en su proyección de flujos.

Un criterio de rangos igualmente bueno es el del valor anual neto equivalente aplicando el criterio de repetición de proyectos a una escala constante para siempre. Este se obtiene multiplicando el valor presente neto repetido a una escala constante para siempre multiplicado por el costo de capital i .

$$VAE = i[VPN(n, \infty)].$$

Sin embargo, si los proyectos tienen un riesgo diferente, el valor anual neto equivalente no debe usarse, porque si dos proyectos tienen exactamente el mismo $VPN(n, \infty)$, aquel que tenga el costo de capital mas alto es decir, el proyecto más riesgoso parecerá incorrectamente tener el valor anual equivalente más alto.

3.1.1.4. El criterio de la tasa interna de retorno

El criterio de la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

La tasa interna de retorno representa la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} 0 = VPN &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 \\ &= \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} \end{aligned}$$

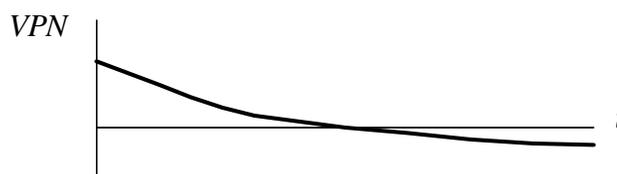
En donde r es la tasa interna de retorno.

El criterio de la tasa interna de retorno, es equivalente a hacer el valor presente neto igual a cero y determinar la tasa que permite el flujo actualizado ser cero.

La tasa r calculada debe ser comparada con la tasa de descuento de la empresa. Si r es mayor que ésta, el proyecto debe aceptarse y si es menor debe rechazarse. La aceptación de un proyecto cuya r es igual a la tasa de descuento, se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VPN es cero.

Para comprender mejor esta regla de decisión, es de gran utilidad observar el comportamiento del VPN de forma gráfica, para diferentes tasas de descuento i , éste es una curva descendente de izquierda a derecha en un plano donde el VPN es la variable dependiente e i la variable independiente.

Valor presente neto como una función de la tasa de interés.



En nuestro ejemplo particular, al analizar el proyecto en forma individual, tenemos los siguientes flujos de efectivo en el proyecto:

Año	Flujo de efectivo (en miles)	Año	Flujo de efectivo (en miles)
0	-1500	6	505
1	505	7	245
2	505	8	505
3	505	9	505
4	505	10	1205
5	505		

Obteniendo la tasa interna de rendimiento:

$$0 = VPN = -1500000 + \sum_{t=1}^6 \frac{505000}{(1+r)^t} + \frac{245000}{(1+r)^7} + \frac{505000}{(1+r)^8} + \frac{505000}{(1+r)^9} + \frac{1205000}{(1+r)^{10}} \Rightarrow r \approx 31.65924\%$$

lo anterior se determina de la siguiente manera: si la tasa de descuento de la empresa es del 20%, se obtiene el valor de r evaluando en una estimación inicial el VPN con $i=20\%$, así se obtiene un valor de 657,691.0829 y se supone otro valor para que el VPN sea negativo, en este caso $i=40\%$, el valor presente neto con este nuevo valor es de -281,611.3039 lo cual significa que el valor r se encuentra ente 20% y 40%. Para tener una idea más aproximada al valor r se utiliza interpolación lineal, es decir, se evalúa 0.34 en el valor presente neto y se obtiene -90,292.07148 indicando que el valor de r se encuentra ente 20% y 34%, repitiendo el procedimiento sucesivamente con los nuevos valores nos aproximamos cada vez más al verdadero valor de r .

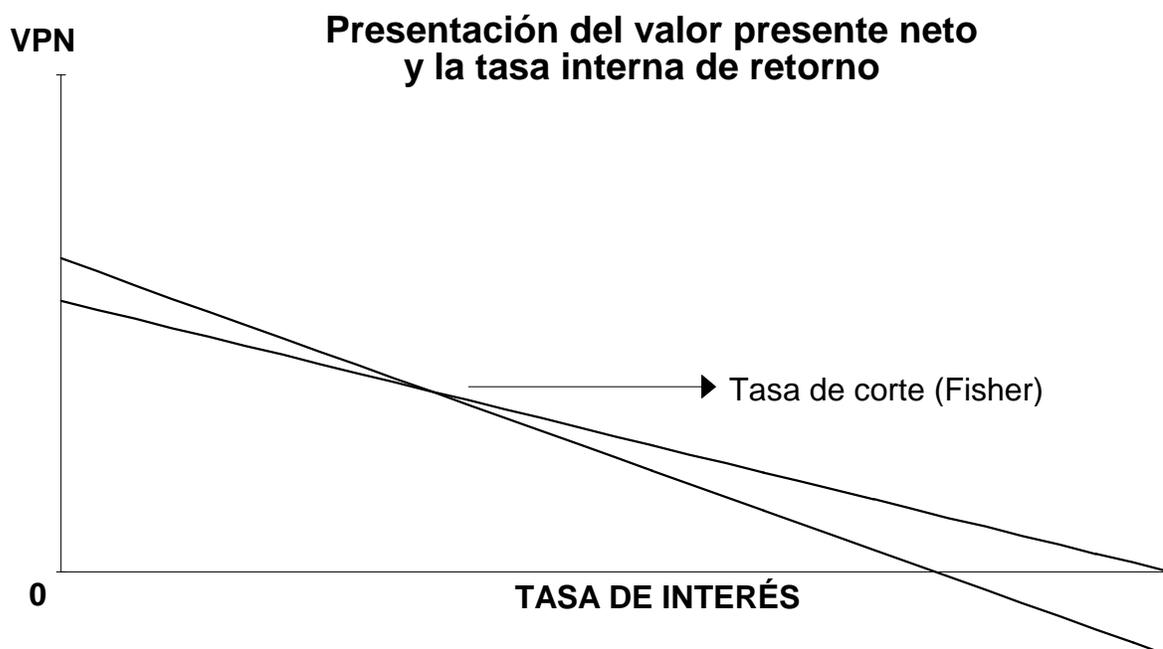
Lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

Valor inicial de i	Nuevo valor de i	Valor inicial del VPN	Nuevo valor del VPN	Valor interpolado de i
0.20	0.40	657,691.0829	-281,611.3039	0.3400382
0.20	0.3400382	657,691.0829	-90,431.3144	0.3231107
0.20	0.3231107	657,691.0829	-26,177.5750	0.3183982
0.20	0.3183982	657,691.0829	-7,335.8896	0.3170922
0.20	0.3170922	657,691.0829	-2,036.9145	0.3167307
0.20	0.3167307	657,691.0829	-564.1510	0.3166307
0.20	0.3166307	657,691.0829	-156.2856	0.3166030
0.20	0.3166030	657,691.0829	-43.2714	0.3165953
0.20	0.3165953	657,691.0829	-11.8532	0.3165932
0.20	0.3165932	657,691.0829	-3.2844	0.3165926
0.20	0.3165926	657,691.0829	-0.8361	0.3165925
0.20	0.3165925	657,691.0829	-0.4281	0.3165924

Se tiene que $i < r$ y según la regla de decisión para la tasa interna de retorno, el proyecto individual analizado se acepta.

Al comparar alternativas mutuamente excluyentes con el criterio de la tasa interna de retorno, es probable que un proyecto presente contrastes significativos con respecto a otro, con el cuál está siendo comparado. Por consiguiente existirá una contradicción entre lo que recomienda la tasa interna de retorno y el *VPN* .

Esta situación se presenta en la siguiente gráfica:



No obstante, es importante encontrar la tasa de corte en la cual el VPN de los dos proyectos es igual; de este punto y considerando tasas de oportunidad menores, las recomendaciones de la tasa interna de retorno y VPN serán diferentes siempre, y a la inversa, con tasas mayores a la de corte coincidirán en sus resultados.

La mayoría de las propuestas de inversión analizadas, poseen un desembolso inicial, o una serie de desembolsos iniciales, seguidos por una serie de ingresos positivos donde la existencia de una sola r facilita el proceso de la toma de decisiones.

Existen circunstancias donde el flujo de caja de un proyecto adopta una estructura tal, que más de una r puede utilizarse para resolver la ecuación $VPN = 0$, o no existe tasa interna de retorno que pueda ser utilizada para resolver esta ecuación. El máximo número de tasas diferentes será igual al número de cambios de signos que tenga el flujo del proyecto, aunque el número de cambios de signos no es condicionante del número de tasas internas de retorno calculables.

En el primer caso, los desembolsos requeridos no están restringidos a los primeros períodos de vida de la inversión, es posible que los flujos de efectivo netos presenten varios cambios de signo posibilitando la existencia de tasas múltiples de rendimiento, en estas circunstancias, la aplicación del VPN proporciona el criterio de evaluación más adecuado del valor de la rentabilidad en el proyecto de inversión.

El segundo caso, el de proyectos sin tasas de rendimiento, se presenta comúnmente cuando el flujo de efectivo está formado en su totalidad, ya sea por ingresos o por egresos. Generalmente, los casos más comunes de este tipo son los proyectos para los cuales solamente son conocidos los egresos, imposibilitando así determinar la tasa interna de retorno de cada proyecto en forma individual. Sin embargo, es posible aplicar el método de la tasa interna de retorno en forma incremental al análisis y evaluación de proyectos mutuamente exclusivos.

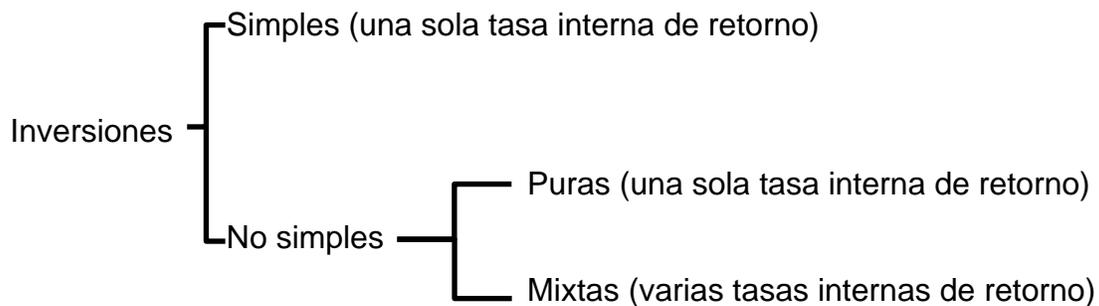
Cuando se comparan proyectos donde solamente los gastos son conocidos, se está implícitamente suponiendo que los proyectos generan los mismos ingresos o que con todos los proyectos se ahorra la misma cantidad de dinero.

Para comparar proyectos en las circunstancias descritas anteriormente, además de las suposiciones previas, es necesario estimar que el proyecto de menor inversión está justificado de antemano. Por consiguiente, el primer paso en la comparación de proyectos mutuamente exclusivos, sería justificar el incremento en la inversión del segundo proyecto de mayor inversión con respecto al de menor inversión. Si este incremento no se justifica, entonces se tratará de justificar el incremento en la inversión del tercer proyecto con respecto al primero, y así sucesivamente. En caso de que ningún incremento de inversión se justifique, el proyecto seleccionado sería el de menor inversión.

3.1.1.4.1. Algoritmo de James C.T.Mao¹⁰

El algoritmo de James C.T.Mao explica cómo distinguir cuándo una inversión no tiene, tiene solamente una, o tiene múltiples tasas de retorno. Su aplicación, requiere la clasificación de los proyectos en ciertas categorías para visualizar más rápidamente los proyectos que presentan tasas múltiples de rendimiento.

Las inversiones en general pueden ser clasificadas de acuerdo al siguiente diagrama en el cual las inversiones pueden ser de dos tipos: simples y no simples:



En los flujos de efectivo de las inversiones simples, solamente hay un cambio de signo que garantiza la existencia de una sola tasa interna de retorno. En cambio, en los flujos de efectivo de las inversiones no simples, pueden existir varios cambios de signo. Las inversiones no simples a su vez se subdividen en dos tipos: inversiones puras e inversiones mixtas. Las inversiones mixtas son aquellas que presentan tasas múltiples de rendimiento.

¹⁰ Fuente: COSS Bu, Raúl, "Análisis y evaluación de proyectos de inversión" pp-82.

La clasificación de inversiones no simples en puras y mixtas es frecuentemente difícil de visualizar, se desarrollan a continuación dos criterios que resuelven dicho problema.

Con el primer criterio, una inversión pura se define como aquella en la que los saldos no recuperados evaluados con la tasa interna de retorno de la inversión (i^*) son negativos o ceros a través de la vida de la propuesta. Así, una inversión es pura si, y sólo si, $F_t(i^*) < 0$ para $t=0,1,2,\dots,n-1$. Por el contrario, una inversión mixta es un proyecto para el cual $F_t(i^*) \geq 0$ para algunos valores de t y $F_t(i^*) \leq 0$ para el resto. Para inversiones puras sí existe la tasa interna de retorno, mientras que para las mixtas el rendimiento obtenido varía con la tasa de descuento de la empresa.

Con el segundo criterio, dado que la inversión inicial es un desembolso, se puede lograr que cualquier inversión satisfaga $F_t(i^*) < 0$ para $t=0,1,2,\dots,n-1$, al incrementar el valor de i a algún valor crítico $r_{\text{mín}}$. Se evalúa $F_n(r_{\text{mín}})$. Si $F_n(r_{\text{mín}}) > 0$, entonces existe alguna tasa de interés r^* (rendimiento sobre capital invertido) $> r_{\text{mín}}$ que hará $F_n(r^*) = 0$. Puesto que $r^* > r_{\text{mín}}$, entonces $F_t(r^*) < 0$ para $t=0,1,2,\dots,n-1$ y la inversión es pura. Sin embargo, si $F_n(r_{\text{mín}}) < 0$, existe alguna $r^* < r_{\text{mín}}$, que hará $F_n(r^*) = 0$. Puesto que $r_{\text{mín}}$ es la mínima tasa de interés para que los saldos del proyecto para $t=0,1,2,\dots,n-1$ sean ceros o negativos, el proyecto no será una inversión pura, ya que los saldos no recuperados del proyecto utilizando r^* pueden ser positivos o negativos. Se concluye que una inversión es pura si $F_n(r_{\text{mín}}) > 0$, y la inversión es mixta si $F_n(r_{\text{mín}}) < 0$.

La siguiente tabla muestra un resumen de los dos criterios utilizados en la clasificación de las inversiones no simples en puras y mixtas:

Criterios utilizados en la clasificación de las inversiones no simples en puras y mixtas¹¹

Criterio 1.

Sea i^* un valor tal que $VPN(i^*) = 0$

Si $F_t(i^*) \leq 0$ para $t=0,1,2,\dots,n-1$ entonces la inversión es pura.

Si $F_t(i^*) \leq 0$ para algunos valores de t y $F_t(i^*) \geq 0$ para el resto, entonces la inversión es mixta.

Criterio 2.

Sea r_{\min} un valor tal que $F_t(r_{\min}) \leq 0$ para $t=0,1,2,\dots,n-1$.

Si $F(r_{\min}) > 0$, entonces la inversión es pura.

Si $F(r_{\min}) < 0$, entonces la inversión es mixta.

El algoritmo de James C.T. Mao es un procedimiento que se recomienda utilizar en la evaluación de inversiones no simples. En la descripción de este algoritmo, se puede observar que el primer paso en la aplicación de este algoritmo es encontrar por tanteos r_{\min} . Con el valor de r_{\min} se evalúa $F_n(r_{\min})$ y se determina si la inversión es pura o mixta. Si la inversión es pura, el problema de las múltiples tasas de rendimiento no existe y la evaluación sería similar a la de las inversiones simples. Por el contrario, si la inversión es mixta es necesario calcular r^* (rendimiento sobre el capital invertido) de modo que $F_n(r^*, TREMA) = 0$. Si el rendimiento sobre el capital invertido es mayor que TREMA, el proyecto debe ser aceptado.

¹¹ Fuente: COSS Bu, Raúl, "Análisis y evaluación de proyectos de inversión" pp-84.

La diferencia fundamental entre inversiones puras y mixtas estriba en los saldos del proyecto. En las inversiones puras, el saldo no recuperado de la inversión siempre es negativo, es decir, el proyecto de inversión siempre nos debe y esta deuda se reduce a cero al final de su vida. En las inversiones mixtas, el saldo no recuperado de la inversión puede ser positivo o negativo. Si el saldo es negativo, entonces después de transcurrir un período el proyecto nos deberá una cantidad que depende de r^* . Por otra parte, si el saldo es positivo, entonces significa que se dispone de cierta cantidad de dinero que puede ser invertida a una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento efectiva mínima atractiva.

A continuación se presenta la siguiente tabla con la lógica del algoritmo:

Algoritmo de James C.T. Mao en la evaluación de inversiones no simples

- Paso 1. Encontrar por intento y error r_{\min} .
- Paso 2. Evaluar $F_n(r_{\min})$.
- Paso 3. ¿Es $F_n(r_{\min}) > 0$? Si la respuesta es afirmativa, entonces el proyecto es una inversión pura y por consiguiente existe una sola tasa interna de rendimiento, la cual deberá compararse con TREMA. Si la TIR > TREMA la inversión debe ser aceptada. Por el contrario, si la respuesta es negativa continúe con el paso 4.
- Paso 4. Calcular los saldos no recuperados del proyecto en la forma siguiente:
- | | |
|--|------------------|
| $F_t(r^*, TREMA) = F_{t-1}(1+r^*) + S_t$ | Si $F_{t-1} < 0$ |
| $F_t(r^*, TREMA) = F_{t-1}(1+TREMA) + S_t$ | Si $F_{t-1} > 0$ |
- Paso 5. Determine el valor de r^* de modo que:
- $$F_t(r^*, TREMA) = 0$$
- si $r^* > TREMA$, entonces el proyecto debe ser aceptado.

3.1.1.5. El criterio de la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad

En su forma de índice neto, la razón beneficio–costo ó índice de rentabilidad en un proyecto de inversión, es el valor presente de los flujos de efectivo netos futuros sobre el desembolso de efectivo inicial. Se puede expresar como:

$$IR_{\text{índice neto}} = RBC_{\text{índice neto}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0}$$

En donde:

$IR_{\text{índice neto}}$ = índice de rentabilidad en su forma de índice neto

$RBC_{\text{índice neto}}$ = Razón beneficio–costo en su forma de índice neto

BN_t = Beneficio neto en el momento t

I_0 = Inversión inicial

i = costo de capital

Este criterio de evaluación plantea que el proyecto es aceptable si el $IR_{\text{índice neto}}$ o $RBC_{\text{índice neto}}$ es igual o superior a uno, si el $IR_{\text{índice neto}}$ o $RBC_{\text{índice neto}}$ es igual a uno indica que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige; si es menor que uno debe interpretarse como la proporción que hace falta al $IR_{\text{índice neto}}$ o $RBC_{\text{índice neto}}$ para que el proyecto rente lo exigido por el inversionista.

Al calcular la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad se calcula en su forma de índice neto en lugar del índice total.

El índice total de la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad es el valor presente de los flujos de ingreso de efectivo sobre el valor presente de los flujos de egreso de efectivo. Se utiliza el índice neto para diferenciar el desembolso de efectivo inicial de los siguientes desembolsos de efectivo. El desembolso inicial es discrecional, debido a que el inversionista puede comprometer fondos para el proyecto de inversión o utilizarlos en alguna otra cosa. Los siguientes flujos de egreso de efectivo no son discretos en este sentido: forman parte del sistema. El índice total no establece diferencias entre el desembolso de efectivo que tiene que realizar el inversionista al inicio y los siguientes desembolsos de efectivo.

Por este motivo la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad en su forma de índice neto es una medida más racional de la rentabilidad que el índice total.

Para cualquier proyecto de inversión en particular, el método del valor presente neto y los métodos de la razón beneficio–costo o índice de rentabilidad tanto en su índice neto como en su índice total dan como resultado las mismas disyuntivas de aceptación o rechazo debido a que el índice de rentabilidad o razón beneficio-costos se obtiene a partir de la ecuación del valor presente neto.

Para mostrar lo anterior, se analiza por casos la validez de esta afirmación:

Caso 1.	Caso 2.
<p>Si $VPN > 0$, se tiene:</p> $x < VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad x > 0$	<p>Si $VPN < 0$, se tiene:</p> $x > VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad x < 0$
<p>Dividiendo la ecuación por I_0 se obtiene:</p> $\frac{x}{I_0} < \frac{VPN}{I_0} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{I_0}{I_0}$ $\frac{x}{I_0} + 1 < \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}{I_0}$	<p>Dividiendo la ecuación por I_0 se obtiene:</p> $\frac{x}{I_0} > \frac{VPN}{I_0} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{I_0}{I_0}$ $\frac{x}{I_0} + 1 > \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}{I_0}$
<p>O lo que es lo mismo:</p> $1 < \frac{x}{I_0} + 1 < \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0}, \quad \text{por ser } \frac{x}{I_0} > 0$	<p>O lo que es lo mismo:</p> $1 > \frac{x}{I_0} + 1 > \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0}, \quad \text{por ser } \frac{x}{I_0} < 0$
<p>Así:</p> $1 < \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0} = IR_{\text{índice neto}} = RBC_{\text{índice neto}}$	<p>Así:</p> $1 > \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0} = IR_{\text{índice neto}} = RBC_{\text{índice neto}}$

Por último, si el valor presente neto es igual a cero se tiene el siguiente caso:

Caso 3.

Si el valor presente neto es igual a cero se tiene:

$$0 = VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0.$$

Dividiendo esta ecuación por I_0 se obtiene:

$$\frac{0}{I_0} = \frac{VPN}{I_0} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}{I_0} - \frac{I_0}{I_0}$$

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

O lo que es lo mismo:

$$1 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0}, \text{ por ser } \frac{0}{I_0} = 0$$

Así:

$$1 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}}{I_0} = IR_{\text{índice neto}} = RBC_{\text{índice neto}}$$

Del análisis anterior se concluye lo siguiente:

Si el valor presente neto es mayor que cero entonces el índice de rentabilidad o razón beneficio–costo es mayor que uno, por lo que el proyecto debe aceptarse, si el valor presente neto es menor que cero entonces el índice de rentabilidad o razón beneficio–costo es menor que uno, por lo que el proyecto debe rechazarse, si el valor presente neto es igual a cero entonces el índice de rentabilidad o razón beneficio–costo es igual a uno, por lo que el proyecto renta justo lo necesario exigido por el inversionista.

Si es necesario seleccionar entre proyectos mutuamente excluyentes, se preferirá la medida del valor presente neto, debido a que expresa en términos absolutos la contribución económica esperada del proyecto. Por el contrario, el índice de rentabilidad sólo muestra la rentabilidad relativa.

Cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados de caja, lleva a problemas respecto al valor del dinero en el tiempo. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica el índice total cuya expresión es la siguiente:

$$IR_{\text{índice total}} = RBC_{\text{índice total}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} + I_0}$$

que es una variación de la ecuación para calcular el *VPN*, en la cual se restaba el denominador al numerador. Una forma diferente de presentar este indicador es:

$$IR_{\text{índice total}} = RBC_{\text{índice total}} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

En donde:

Y = Ingresos

E = Egresos (incluida la inversión inicial)

Esta interpretación es más lógica con respecto a los beneficios (ingresos) y costos (egresos con la inversión inicial incluida).

Es fácil apreciar que ambas fórmulas proporcionan igual información. Cuando el *VPN* es cero (ambos términos de la resta son idénticos) la *RBC* es igual a uno. Si el *VPN* es superior a cero, la *RBC* será mayor que uno.

Las deficiencias de éste criterio de evaluación en proyectos de inversión respecto al del valor presente neto se refieren a que entrega un índice de relación, en lugar de un valor concreto; requiere mayores cálculos, al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una, y se debe calcular una razón, en lugar de efectuar una simple resta.

3.1.1.6. El criterio del período de recuperación

Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del período de recuperación de la inversión, mediante el cual se determina el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de períodos aceptable por la empresa.

El cálculo se realiza determinando el número de períodos que se requiere para recuperar la inversión, actualizando los flujos a la tasa de descuento y calculando la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

En nuestro ejemplo, descontando los flujos a la tasa del 20% anual, se tiene:

AÑO	FLUJO ANUAL	FLUJO ACTUALIZADO	FLUJO ACUMULADO
	(Cantidades expresadas en miles)		
1	505	420.83	420.83
2	505	350.69	771.53
3	505	292.25	1063.77
4	505	243.54	1307.31
5	505	202.95	1510.26
6	505		
7	245		
8	505		
9	505		
10	1205		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a cinco años, puesto que la inversión fue de \$1,500,000.

Si el período de recuperación calculado es menor que el período de recuperación máximo aceptable, se acepta la propuesta; en caso contrario se rechaza.

Entre sus desventajas cabe mencionar que ignora los flujos de efectivo posteriores al período de recuperación, subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad.

El método del período de recuperación también viola el principio de aditividad del valor. Pues la decisión que se toma al estudiar las alternativas mutuamente excluyentes es diferente a la decisión que se alcanza cuando los proyectos se consideran como combinaciones.

El método del período de recuperación de la inversión es usado, con frecuencia como complemento de otros. Permite una visión limitada del riesgo y liquidez de un proyecto. Se supone que mientras más corto sea el período de recuperación, será menos riesgoso el proyecto y mayor su liquidez. El método toma en cuenta sólo la magnitud y el tiempo del valor esperado de los resultados en relación con la inversión original. Por lo tanto, no se considera como un indicador adecuado del riesgo. Cuando se utiliza el método del período de recuperación de la inversión, se trata en forma más apropiada como una limitación a satisfacer, que como una medida de rentabilidad susceptible de ser maximizada.

3.1.2. La evaluación en proyectos de inversión, criterio para el financiamiento

Las necesidades de los recursos financieros, origen y condiciones en que serán otorgados para ejecutar el proyecto, hacen necesario el análisis de cada fuente de financiamiento posible sea interna o externa.

Las fuentes de financiamiento implican un desembolso inicial para el inversionista y una captación para la empresa, recepciones periódicas al inversionista y desembolsos de la misma magnitud a la empresa. En algunos tipos de financiamiento, la empresa incurre en ciertos gastos y la captación es menor a la aportación.

Por consiguiente, cualquier fuente de financiamiento, se obtiene al encontrar la tasa de interés que satisface la siguiente ecuación:

$$p' - \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} = 0$$

En donde:

p' = captación por parte de la empresa

i = costo de capital

S_t = desembolso para la empresa en el período t

El financiamiento de proyectos es la obtención de fondos para financiar un proyecto de inversión de capital económicamente separable en el que los proveedores de fondos consideran exclusivamente al flujo de efectivo del proyecto como el origen de fondos para el servicio de sus préstamos y el rendimiento del capital invertido.

El financiamiento de proyectos, necesariamente involucra un análisis del costo de capital, donde detectar la opción más conveniente implica conocer las alternativas existentes y elegir la fuente de recursos más accesible y económica para operar.

Para los criterios de evaluación en proyectos de inversión, determinar la tasa de descuento apropiada con la que se obtiene una rentabilidad mínima aceptable es un costo de oportunidad, cuando no existe oportunidad comparable para estimar dicha tasa de rentabilidad, el costo promedio ponderado de capital puede ser utilizado.

Se calcula el costo ponderado de capital de diversas fuentes que van a captarse a futuro una vez determinado el costo individual de cada fuente de financiamiento la cual forma el capital, y se compara con el rendimiento esperado de los proyectos de inversión. Si dichos proyectos generan un rendimiento mayor al costo ponderado de capital, el precio de mercado de la acción aumentará, por lo que un proyecto de inversión debe ser aceptado si su tasa interna de retorno supera el costo ponderado de capital utilizado para emprenderlo.

Conociendo las fuentes de financiamiento que se van a captar, sus costos después de impuestos y el porcentaje que cada una representa del total obtenido, entonces el costo ponderado de capital vendría dado por la siguiente expresión:

$$\bar{K} = \sum_{i=1}^n K_i X_i$$

En donde:

\bar{K} = Costo promedio ponderado de capital

K_i = Costo después de impuestos de la fuente i

X_i = Porcentaje que la fuente i representa del total de fondos a recabarse

n = número de alternativas de financiamiento próximas a obtenerse

Un proyecto debe incluir todos los medios necesarios para construir una entidad de operación viable y económicamente independiente, su financiamiento visto como un préstamo para pago con su producción requiere de cuidadosos estudios para distribuir aceptablemente los riesgos y las recompensas entre las partes comprometidas. Es posible expresar el costo ponderado de capital como el promedio ponderado de la tasa de rentabilidad requerida para la inversión de capital propio o patrimonial y la tasa de rentabilidad requerida para la deuda. Así este costo es dado por la siguiente expresión, donde se incorporan los dos factores en la proporcionalidad adecuada.

$$\bar{K} = (1 - \theta)r_e + \theta(1 - \tau)r_d$$

En donde:

\bar{K} = Costo promedio ponderado de capital

θ = Razón del financiamiento de la deuda respecto al valor de la inversión total

r_e = Tasa de rentabilidad requerida para la inversión de capital propio

r_d = Tasa de rentabilidad requerida para la deuda

τ = Tasa de impuestos

El capital propio o patrimonial en la evaluación de un proyecto es aquella parte de la inversión que debe financiarse con recursos propios, en consecuencia se define el costo de capital propio como la tasa asociada con la mejor oportunidad de inversión de riesgo similar que se abandonará por destinar esos recursos al proyecto que se estudia, puede calcularse mediante el uso de la tasa libre de riesgo más una prima por riesgo:

$$r_e = R_f + R_p$$

En donde:

r_e = Costo de capital propio o patrimonial

R_f = Tasa libre de riesgo

R_p = Prima por riesgo

La tasa que se utiliza como libre de riesgo es generalmente la tasa de los documentos de inversión colocados en el mercado de capitales.

La prima por riesgo la exige el inversionista al optar por una inversión distinta a la que reporta una rentabilidad segura. La mayor rentabilidad se calcula como la media observada históricamente entre la rentabilidad del mercado y la tasa libre de riesgo:

$$R_p = R_m - R_f$$

En donde:

R_p = Prima por riesgo

R_m = Tasa de rentabilidad del mercado

R_f = Tasa libre de riesgo

De manera alternativa, mediante la valoración de los dividendos, el costo de capital propio o patrimonial para un proyecto que se evalúa en una empresa funcionando viene dado por la siguiente expresión:

$$r_e = \frac{D}{P} + g$$

En donde:

r_e = Costo de capital propio o patrimonial

D = Dividendo por acción pagado por la empresa a los accionistas

P = Precio de la acción

g = Tasa esperada de crecimiento constante anualmente

El modelo de los precios de los activos de capital, es otro método para determinar el costo de capital propio o patrimonial, este método define el riesgo como la variabilidad en la rentabilidad de una inversión y plantea que el inversionista puede reducir el riesgo diversificando sus inversiones. El riesgo total puede clasificarse en sistemático y no sistemático.¹²

El costo de capital propio o patrimonial por este método es dado por:

$$r_e = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

En donde:

β = Beta = Factor de medida del riesgo no sistemático

r_e = Costo de capital propio o patrimonial

R_f = Tasa libre de riesgo

R_m = Tasa de rentabilidad del mercado

Un β igual a uno, significa que el riesgo es similar al riesgo promedio del mercado; si es menor que uno indica que el riesgo es menor que el riesgo promedio del mercado y si es mayor que uno, nos muestra que existe un riesgo mayor al promedio del mercado.

¹² El riesgo no sistemático está asociado a una empresa por probables huelgas, nuevos competidores, etc., mientras que el riesgo sistemático es aquél que no se puede eliminar y está circunscrito a fluctuaciones de otras inversiones que afectan a la economía y al mercado.

El beta de una acción a se define como:

$$\beta_a = \frac{\sigma_{am}}{\sigma_m^2}$$

En donde:

σ_{am} = covarianza entre rentabilidad de la inversión a y la rentabilidad del mercado

σ_m^2 = Tasa esperada de crecimiento constante anualmente

Entre los betas para empresas y los betas de sectores, estos últimos son más exactos para ser utilizados en proyectos. Al evaluar un proyecto individual de inversión, el costo de capital de la empresa puede no representar el costo de oportunidad de un nuevo proyecto con distinto riesgo.

Cada nuevo proyecto deberá analizarse en forma independiente, definiendo la tasa de costo de capital en función de la rentabilidad esperada por invertir separadamente en ese proyecto. Mientras mayor sea el riesgo del proyecto, más alta será la rentabilidad que le exigirán los inversionistas.

Si el proyecto tiene un riesgo superior al promedio de la empresa, no podrá exigírsele una rentabilidad equivalente al costo del capital de la empresa. La tasa que se exigirá a la inversión dependerá del beta del proyecto.

Si el proyecto que se evalúa es de una ampliación de lo existente, podrá asumirse que el riesgo no varía.

Una forma alternativa de calcular beta es mediante la regresión lineal, la cual presenta claras ventajas cuando el proyecto se inserta en una empresa existente que exhibe características similares en cuanto a riesgo y cuando existe información histórica de la rentabilidad obtenida. El modelo plantea:

$$\beta = \frac{\sum M K - n \bar{M} \bar{K}}{\sum M^2 - n \bar{M}^2}$$

En donde:

$$M = (R_m - R_f)$$

$$K = (R_j - R_f)$$

n = número de años

\bar{M} = promedio de M

\bar{K} = promedio de K

R_j = Tasa esperada de crecimiento constante anualmente

La medición del costo de la deuda antes de impuestos se calcula resolviendo la siguiente ecuación para rd :

$$NP = \frac{C_1}{(1+rd)} + \frac{C_2}{(1+rd)^2} + \frac{C_3}{(1+rd)^3} + \dots + \frac{C_T}{(1+rd)^T},$$

En donde NP representa los ingresos netos de la emisión de deuda (es decir, ingresos brutos menos gastos de colocación, tales como honorarios de suscripción, honorarios legales, etc.) y C_i representa el servicio de la deuda en efectivo antes de impuestos por pagar en el período i (es decir, intereses más capital). Por lo general, la deuda del proyecto debe amortizarse en pagos. Cuando este es el caso, C_i incluye la parte del capital que debe amortizarse en el período i .

El costo de la deuda se simboliza como r_d y representa el costo antes de impuestos, dado que al endeudarse los intereses del préstamo se deducen de las utilidades y permiten una menor tributación, es posible incluir directamente en la tasa de descuento el efecto sobre los tributos, ya que los intereses son deducibles para el cálculo de impuestos.

El costo de la deuda después de impuestos se expresa de manera aproximada como:

$$\text{Costo de la deuda} \cong (1 - \tau)r_d .$$

Como un proyecto de inversión no cuenta con historia operativa al momento del financiamiento de la deuda inicial, su crédito depende en gran medida de su rentabilidad esperada y del riesgo que comporta, estos factores deben ser estimados correctamente mediante la evaluación en proyectos de inversión.

CAPÍTULO IV

CASO PRÁCTICO: EMBOTELLADORA AGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

4.1. Aplicación de los criterios de evaluación en proyectos de inversión

El presente caso práctico muestra la aplicación de los métodos expuestos para determinar la aceptación o rechazo en los proyectos de inversión.

Embotelladora AGA de México, S.A. de C.V. desea conocer cuál de los siguientes proyectos de inversión para su bodega Coyoacán es el más conveniente:

a) Introducir los dos siguientes nuevos productos al mercado:

Producto A	Producto B
Jarrito sabor fresa en presentación 600	RC Cola en presentación de 1.5 litros.

b) Crear programa de incentivos que impulse las ventas de productos ya existentes.

c) No implantar proyectos de inversión por el momento.

Después de haber realizado los estudios necesarios, el equipo encargado de la elaboración del proyecto proporciona los datos necesarios para elaborar los estados de inversión inicial, estados de resultados y el flujo ó los flujos de efectivo de los proyectos, así como especificaciones para su análisis y evaluación, estos datos fueron los siguientes:

4.1.1. Primer proyecto: Introducción de los dos nuevos productos al mercado

El presente proyecto de inversión muestra la aplicación de los métodos anteriormente expuestos para determinar su aceptación o rechazo.

Embotelladora AGA de México, S.A. de C.V., desea introducir sus dos nuevos productos al mercado:

Producto A	Producto B
Jarrito sabor fresa en presentación 600 ml.	RC Cola en presentación de 1.5 litros.

Después de haber realizado los estudios necesarios, el equipo encargado de la elaboración del proyecto proporciona los datos necesarios para elaborar el estado de inversión inicial, el estado de resultados y el flujo de efectivo del proyecto, así como especificaciones requeridas para su análisis y evaluación, los datos fueron los siguientes:

1. Costo de adquisición de maquinaria y el equipo para la fabricación de los productos
\$3,000,000.
2. Gastos de instalación, fletes, honorarios de personal especializado y otros
\$200,000.
3. Valor de desecho para la maquinaria y el equipo
\$500,000.

4. Las ventas de los productos A y B se presupuestan después de realizado un estudio de factores de ventas, fuerzas económicas e influencias administrativas

Producto A	Producto B
\$800,000 para el primer período, 50% más en el segundo período y un 25% en el tercer período y siguientes.	\$2,000,000 para el primer período, 50% más en el segundo período y un 25% en el tercer período y siguientes.

5. Materia prima, mano de obra y gastos indirectos sin depreciación se espera sean 15%, 10% y 5% de las ventas respectivamente.

6. La depreciación por período se deberá calcular de acuerdo al valor de adquisición y los gastos de arranque, ésta se reexpresará considerando inflación por período

10% la depreciación por período.	25% la inflación por período.
----------------------------------	-------------------------------

7. Los gastos de operación para el primer período se presupuestan en \$280,000 incrementándose con la inflación.

8. Se pide un préstamo para financiar la adquisición de la maquinaria y el equipo por \$500,000 con interés del 50% al principal, debe cancelarse al cuarto período.

9. Los impuestos a considerar son los siguientes:

Impuesto Sobre la Renta 35% y Participación de Trabajadores en Utilidades 10%.

10. La tasa mínima requerida por la empresa es

50%.

11. La desviación estándar permitida por la empresa y el coeficiente de variación son \$150,000 y 0.45, respectivamente para flujos de efectivo entre los períodos.

12. El número de períodos permitidos por la empresa para recuperar la inversión es de 06 años.

Se pide:

- Elaborar el estado de inversión inicial del proyecto.
- Elaborar el estado de resultados del proyecto.
- Elaborar el estado del flujo de efectivo del proyecto.
- Realizar un análisis de sensibilidad disminuyendo las ventas del producto A a partir del tercer período y siguientes un 5%, aumentar el costo de la materia prima un 7%, suponer además que se venden desechos de producción que importan el 2% del total de las ventas del período; con estos datos elaborar el estado de resultados y el flujo de efectivo del proyecto.
- A los flujos de efectivo resultantes de la situación ideal y el análisis de sensibilidad aplicarles los criterios de evaluación en proyectos de inversión.

ESTADO DE INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

PRECIO NETO PAGADO POR EL BIEN DE CAPITAL	\$	3000000
COSTOS Y GASTOS DE ARRANQUE (INSTALACIÓN)	\$	200000
VALOR DE DESECHO	\$	(500000)
ESTÍMULOS FISCALES	\$	<u>0</u>
INVERSIÓN INICIAL NETA DEL PROYECTO	\$	<u><u>2700000</u></u>

ESTADOS DE RESULTADOS DEL PROYECTO EN SITUACIÓN IDEAL

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
VENTAS										
PRODUCTO A	\$ 800000	\$ 1200000	\$ 1500000	\$ 1875000	\$ 2343750	\$ 2929688	\$ 3662109	\$ 4577637	\$ 5722046	\$ 7152557
PRODUCTO B	\$ 2000000	\$ 3000000	\$ 3750000	\$ 4687500	\$ 5859375	\$ 7324219	\$ 9155273	\$ 11444092	\$ 14305115	\$ 17881393
TOTAL DE VENTAS	\$ 2800000	\$ 4200000	\$ 5250000	\$ 6562500	\$ 8203125	\$ 10253906	\$ 12817383	\$ 16021729	\$ 20027161	\$ 25033951
COSTO DE VENTAS										
MATERIA PRIMA	\$ 420000	\$ 630000	\$ 787500	\$ 984375	\$ 1230469	\$ 1538086	\$ 1922607	\$ 2403259	\$ 3004074	\$ 3755093
MANO DE OBRA	\$ 280000	\$ 420000	\$ 525000	\$ 656250	\$ 820313	\$ 1025391	\$ 1281738	\$ 1602173	\$ 2002716	\$ 2503395
GASTOS INDIRECTOS										
SIN DEPRECIACIÓN	\$ 140000	\$ 210000	\$ 262500	\$ 328125	\$ 410156	\$ 512695	\$ 640869	\$ 801086	\$ 1001358	\$ 1251698
DEPRECIACIÓN	\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
UTILIDAD BRUTA	\$ 1640000	\$ 2540000	\$ 3175000	\$ 3968750	\$ 4960938	\$ 6201172	\$ 7751465	\$ 9689331	\$ 12111664	\$ 15139580
GASTOS DE OPERACIÓN	\$ 280000	\$ 350000	\$ 437500	\$ 546875	\$ 683594	\$ 854492	\$ 1068115	\$ 1335144	\$ 1668930	\$ 2086163
UTILIDAD EN OPERACIÓN	\$ 1360000	\$ 2190000	\$ 2737500	\$ 3421875	\$ 4277344	\$ 5346680	\$ 6683350	\$ 8354187	\$ 10442734	\$ 13053417
GASTOS FINANCIEROS	\$ 250000	\$ 250000	\$ 250000	\$ 750000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PRODUCTOS FINANCIEROS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS GASTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS PRODUCTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	\$ 1110000	\$ 1940000	\$ 2487500	\$ 2671875	\$ 4277344	\$ 5346680	\$ 6683350	\$ 8354187	\$ 10442734	\$ 13053417
IMPUESTOS	\$ 499500	\$ 873000	\$ 1119375	\$ 1202344	\$ 1924805	\$ 2406006	\$ 3007507	\$ 3759384	\$ 4699230	\$ 5874038
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS	\$ 610500	\$ 1067000	\$ 1368125	\$ 1469531	\$ 2352539	\$ 2940674	\$ 3675842	\$ 4594803	\$ 5743504	\$ 7179379

ESTADOS DE RESULTADOS DEL PROYECTO CON SENSIBILIDAD

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
VENTAS										
PRODUCTO A	\$ 800000	\$ 1200000	\$ 1440000	\$ 1728000	\$ 2073525	\$ 2487960	\$ 2984903	\$ 3580585	\$ 4294357	\$ 5149277
PRODUCTO B	\$ 2000000	\$ 3000000	\$ 3750000	\$ 4687500	\$ 5859375	\$ 7324219	\$ 9155273	\$ 11444092	\$ 14305115	\$ 17881393
TOTAL DE VENTAS	\$ 2800000	\$ 4200000	\$ 5190000	\$ 6415500	\$ 7932900	\$ 9812179	\$ 12140177	\$ 15024677	\$ 18599472	\$ 23030670
COSTO DE VENTAS										
MATERIA PRIMA	\$ 616000	\$ 924000	\$ 1141800	\$ 1411410	\$ 1745238	\$ 2158679	\$ 2670839	\$ 3305429	\$ 4091884	\$ 5066747
MANO DE OBRA	\$ 280000	\$ 420000	\$ 519000	\$ 641550	\$ 793290	\$ 981218	\$ 1214018	\$ 1502468	\$ 1859947	\$ 2303067
GASTOS INDIRECTOS										
SIN DEPRECIACIÓN	\$ 140000	\$ 210000	\$ 259500	\$ 320775	\$ 396645	\$ 490609	\$ 607009	\$ 751234	\$ 929974	\$ 1151534
DEPRECIACIÓN	\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
UTILIDAD BRUTA	\$ 1444000	\$ 2246000	\$ 2769700	\$ 3416765	\$ 4216477	\$ 5205110	\$ 6427608	\$ 7939667	\$ 9810319	\$ 12125136
GASTOS DE OPERACIÓN	\$ 280000	\$ 350000	\$ 437500	\$ 546875	\$ 683594	\$ 854492	\$ 1068115	\$ 1335144	\$ 1668930	\$ 2086163
UTILIDAD EN OPERACIÓN	\$ 1164000	\$ 1896000	\$ 2332200	\$ 2869890	\$ 3532883	\$ 4350618	\$ 5359493	\$ 6604523	\$ 8141389	\$ 10038974
GASTOS FINANCIEROS	\$ 250000	\$ 250000	\$ 250000	\$ 750000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PRODUCTOS FINANCIEROS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS GASTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS PRODUCTOS	\$ 56000	\$ 84000	\$ 103800	\$ 128310	\$ 158658	\$ 196244	\$ 242804	\$ 300494	\$ 371989	\$ 460613
UTILIDAD ANTES	\$ 970000	\$ 1730000	\$ 2186000	\$ 2248200	\$ 3691541	\$ 4546862	\$ 5602297	\$ 6905017	\$ 8513378	\$ 10499587
IMPUESTOS	\$ 436500	\$ 778500	\$ 983700	\$ 1011690	\$ 1661194	\$ 2046088	\$ 2521033	\$ 3107258	\$ 3831020	\$ 4724814
UTILIDAD DESPUÉS DE	\$ 533500	\$ 951500	\$ 1202300	\$ 1236510	\$ 2030348	\$ 2500774	\$ 3081263	\$ 3797759	\$ 4682358	\$ 5774773

FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO EN SITUACIÓN IDEAL

CONCEPTO	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
ENTRADAS											
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 1110000	\$ 1940000	\$ 2487500	\$ 2671875	\$ 4277344	\$ 5346680	\$ 6683350	\$ 8354187	\$ 10442734	\$ 13053417
DEPRECIACIÓN		\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
CAPITAL DE TRABAJO											
VALOR DE DESECHO	\$ 500000										
TOTAL DE VENTAS	\$ 500000	\$ 1430000	\$ 2340000	\$ 2987500	\$ 3296875	\$ 5058594	\$ 6323242	\$ 7904053	\$ 9880066	\$ 12350082	\$ 15437603
SALIDAS											
INVERSIÓN	\$ 3000000										
COSTOS DE ARRANQUE	\$ 200000										
IMPUESTOS		\$ 499500	\$ 873000	\$ 1119375	\$ 1202344	\$ 1924805	\$ 2406006	\$ 3007507	\$ 3759384	\$ 4699230	\$ 5874038
CAPITAL DE TRABAJO (5%)		\$ 140000	\$ 70000	\$ 52500	\$ 65625	\$ 82031	\$ 102539	\$ 128174	\$ 160217	\$ 200272	\$ 250340
TOTAL DE SALIDAS	\$ 3200000	\$ 639500	\$ 943000	\$ 1171875	\$ 1267969	\$ 2006836	\$ 2508545	\$ 3135681	\$ 3919601	\$ 4899502	\$ 6124377
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (2700000)	\$ 790500	\$ 1397000	\$ 1815625	\$ 2028906	\$ 3051758	\$ 3814697	\$ 4768372	\$ 5960464	\$ 7450581	\$ 9313226

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 790500	0,6667	\$ 527000
AÑO 2	\$ 1397000	0,4444	\$ 620889
AÑO 3	\$ 1815625	0,2963	\$ 537963
AÑO 4	\$ 2028906	0,1975	\$ 400772
AÑO 5	\$ 3051758	0,1317	\$ 401878
AÑO 6	\$ 3814697	0,0878	\$ 334898
AÑO 7	\$ 4768372	0,0585	\$ 279082
AÑO 8	\$ 5960464	0,0390	\$ 232568
AÑO 9	\$ 7450581	0,0260	\$ 193807
AÑO 10	\$ 9313226	0,0173	\$ 161506
VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE	=	\$ 503919	SE ACEPTA EL PROYECTO

FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO CON SENSIBILIDAD

CONCEPTO	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
ENTRADAS											
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 970000	\$ 1730000	\$ 2186000	\$ 2248200	\$ 3691541	\$ 4546862	\$ 5602297	\$ 6905017	\$ 8513378	\$ 10499587
DEPRECIACIÓN		\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
CAPITAL DE TRABAJO											
VALOR DE DESECHO	\$ 500000										
TOTAL DE VENTAS	\$ 500000	\$ 1290000	\$ 2130000	\$ 2686000	\$ 2873200	\$ 4472791	\$ 5523424	\$ 6823000	\$ 8430896	\$ 10420727	\$ 12883773
SALIDAS											
INVERSIÓN	\$ 3000000										
COSTOS DE ARRANQUE	\$ 200000										
IMPUESTOS		\$ 436500	\$ 778500	\$ 983700	\$ 1011690	\$ 1661194	\$ 2046088	\$ 2521033	\$ 3107258	\$ 3831020	\$ 4724814
CAPITAL DE TRABAJO (5%)		\$ 140000	\$ 70000	\$ 49500	\$ 61275	\$ 75870	\$ 93964	\$ 116400	\$ 144225	\$ 178740	\$ 221560
TOTAL DE SALIDAS	\$ 3200000	\$ 576500	\$ 848500	\$ 1033200	\$ 1072965	\$ 1737064	\$ 2140052	\$ 2637433	\$ 3251483	\$ 4009760	\$ 4946374
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (2700000)	\$ 713500	\$ 1281500	\$ 1652800	\$ 1800235	\$ 2735728	\$ 3383372	\$ 4185566	\$ 5179413	\$ 6410967	\$ 7937399

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 713500	0,6667	\$ 475667
AÑO 2	\$ 1281500	0,4444	\$ 569556
AÑO 3	\$ 1652800	0,2963	\$ 489719
AÑO 4	\$ 1800235	0,1975	\$ 355602
AÑO 5	\$ 2735728	0,1317	\$ 360260
AÑO 6	\$ 3383372	0,0878	\$ 297031
AÑO 7	\$ 4185566	0,0585	\$ 244971
AÑO 8	\$ 5179413	0,0390	\$ 202093
AÑO 9	\$ 6410967	0,0260	\$ 166764
AÑO 10	\$ 7937399	0,0173	\$ 137647
VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE	=	\$ 304943	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR PRESENTE NETO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 790500	0,6667	\$ 527000
AÑO 2	\$ 1397000	0,4444	\$ 620889
AÑO 3	\$ 1815625	0,2963	\$ 537963
AÑO 4	\$ 2028906	0,1975	\$ 400772
AÑO 5	\$ 3051758	0,1317	\$ 401878
AÑO 6	\$ 3814697	0,0878	\$ 334898
AÑO 7	\$ 4768372	0,0585	\$ 279082
AÑO 8	\$ 5960464	0,0390	\$ 232568
AÑO 9	\$ 7450581	0,0260	\$ 193807
AÑO 10	\$ 9313226	0,0173	\$ 161506
VALOR PRESENTE NETO	=	\$ 990361	SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 713500	0,6667	\$ 475667
AÑO 2	\$ 1281500	0,4444	\$ 569556
AÑO 3	\$ 1652800	0,2963	\$ 489719
AÑO 4	\$ 1800235	0,1975	\$ 355602
AÑO 5	\$ 2735728	0,1317	\$ 360260
AÑO 6	\$ 3383372	0,0878	\$ 297031
AÑO 7	\$ 4185566	0,0585	\$ 244971
AÑO 8	\$ 5179413	0,0390	\$ 202093
AÑO 9	\$ 6410967	0,0260	\$ 166764
AÑO 10	\$ 7937399	0,0173	\$ 137647
VALOR PRESENTE NETO	=	\$ 599309	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 100%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 61%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 62%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 790500	0,5000	\$ 395250	0,6211	\$ 490994	0,6173	\$ 487963
AÑO 2	\$ 1397000	0,2500	\$ 349250	0,3858	\$ 538945	0,3810	\$ 532312
AÑO 3	\$ 1815625	0,1250	\$ 226953	0,2396	\$ 435059	0,2352	\$ 427052
AÑO 4	\$ 2028906	0,0625	\$ 126807	0,1488	\$ 301966	0,1452	\$ 294579
AÑO 5	\$ 3051758	0,0313	\$ 95367	0,0924	\$ 282111	0,0896	\$ 273511
AÑO 6	\$ 3814697	0,0156	\$ 59605	0,0574	\$ 219031	0,0553	\$ 211043
AÑO 7	\$ 4768372	0,0078	\$ 37253	0,0357	\$ 170055	0,0342	\$ 162841
AÑO 8	\$ 5960464	0,0039	\$ 23283	0,0222	\$ 132030	0,0211	\$ 125649
AÑO 9	\$ 7450581	0,0020	\$ 14552	0,0138	\$ 102508	0,0130	\$ 96952
AÑO 10	\$ 9313226	0,0010	\$ 9095	0,0085	\$ 79587	0,0080	\$ 74808
SUMAS	\$ 40391129	0,9989	\$ 1337415	1,6253	\$ 2752286	1,5999	\$ 2686711

TIR = 61,79% SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 100%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 57%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 58%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 713500	0,5000	\$ 356750	0,6369	\$ 454459	0,6329	\$ 451582
AÑO 2	\$ 1281500	0,2500	\$ 320375	0,4057	\$ 519899	0,4006	\$ 513339
AÑO 3	\$ 1652800	0,1250	\$ 206600	0,2584	\$ 427092	0,2535	\$ 419034
AÑO 4	\$ 1800235	0,0625	\$ 112515	0,1646	\$ 296299	0,1605	\$ 288869
AÑO 5	\$ 2735728	0,0313	\$ 85491	0,1048	\$ 286797	0,1016	\$ 277835
AÑO 6	\$ 3383372	0,0156	\$ 52865	0,0668	\$ 225919	0,0643	\$ 217474
AÑO 7	\$ 4185566	0,0078	\$ 32700	0,0425	\$ 178015	0,0407	\$ 170276
AÑO 8	\$ 5179413	0,0039	\$ 20232	0,0271	\$ 140308	0,0257	\$ 133359
AÑO 9	\$ 6410967	0,0020	\$ 12521	0,0173	\$ 110618	0,0163	\$ 104474
AÑO 10	\$ 7937399	0,0010	\$ 7751	0,0110	\$ 87233	0,0103	\$ 81867
SUMAS	\$ 35280480	0,9989	\$ 1207801	1,7351	\$ 2726639	1,7064	\$ 2658111

TIR = 57,38% SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE LA RAZÓN BENEFICIO-COSTO EN SU ÍNDICE NETO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 790500	0,6667	\$ 527000
AÑO 2	\$ 1397000	0,4444	\$ 620889
AÑO 3	\$ 1815625	0,2963	\$ 537963
AÑO 4	\$ 2028906	0,1975	\$ 400772
AÑO 5	\$ 3051758	0,1317	\$ 401878
AÑO 6	\$ 3814697	0,0878	\$ 334898
AÑO 7	\$ 4768372	0,0585	\$ 279082
AÑO 8	\$ 5960464	0,0390	\$ 232568
AÑO 9	\$ 7450581	0,0260	\$ 193807
AÑO 10	\$ 9313226	0,0173	\$ 161506
RAZÓN BENEFICIO COSTO ÍNDICE NETO	=	\$ 1,3668	SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 713500	0,6667	\$ 475667
AÑO 2	\$ 1281500	0,4444	\$ 569556
AÑO 3	\$ 1652800	0,2963	\$ 489719
AÑO 4	\$ 1800235	0,1975	\$ 355602
AÑO 5	\$ 2735728	0,1317	\$ 360260
AÑO 6	\$ 3383372	0,0878	\$ 297031
AÑO 7	\$ 4185566	0,0585	\$ 244971
AÑO 8	\$ 5179413	0,0390	\$ 202093
AÑO 9	\$ 6410967	0,0260	\$ 166764
AÑO 10	\$ 7937399	0,0173	\$ 137647
RAZÓN BENEFICIO COSTO ÍNDICE NETO	=	\$ 1,2220	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE LA RAZÓN BENEFICIO-COSTO EN SU ÍNDICE TOTAL

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	EGRESOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 1430000	\$ 639500	0,6667	\$ 953333	\$ 426333
AÑO 2	\$ 2340000	\$ 943000	0,4444	\$ 1040000	\$ 419111
AÑO 3	\$ 2987500	\$ 1171875	0,2963	\$ 885185	\$ 347222
AÑO 4	\$ 3296875	\$ 1267969	0,1975	\$ 651235	\$ 250463
AÑO 5	\$ 5058594	\$ 2006836	0,1317	\$ 666152	\$ 264275
AÑO 6	\$ 6323242	\$ 2508545	0,0878	\$ 555127	\$ 220229
AÑO 7	\$ 7904053	\$ 3135681	0,0585	\$ 462606	\$ 183524
AÑO 8	\$ 9880066	\$ 3919601	0,0390	\$ 385505	\$ 152937
AÑO 9	\$ 12350082	\$ 4899502	0,0260	\$ 321254	\$ 127447
AÑO 10	\$ 15437603	\$ 6124377	0,0173	\$ 267712	\$ 106206
RAZÓN BENEFICIO COSTO					
ÍNDICE TOTAL	=		\$ 1,1905	SE ACEPTA EL PROYECTO	

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	EGRESOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 1290000	\$ 576500	0,6667	\$ 860000	\$ 384333
AÑO 2	\$ 2130000	\$ 848500	0,4444	\$ 946667	\$ 377111
AÑO 3	\$ 2686000	\$ 1033200	0,2963	\$ 795852	\$ 306133
AÑO 4	\$ 2873200	\$ 1072965	0,1975	\$ 567546	\$ 211944
AÑO 5	\$ 4472791	\$ 1737064	0,1317	\$ 589010	\$ 228749
AÑO 6	\$ 5523424	\$ 2140052	0,0878	\$ 484910	\$ 187878
AÑO 7	\$ 6823000	\$ 2637433	0,0585	\$ 399334	\$ 154363
AÑO 8	\$ 8430896	\$ 3251483	0,0390	\$ 328960	\$ 126868
AÑO 9	\$ 10420727	\$ 4009760	0,0260	\$ 271067	\$ 104303
AÑO 10	\$ 12883773	\$ 4946374	0,0173	\$ 223424	\$ 85778
RAZÓN BENEFICIO COSTO					
ÍNDICE TOTAL	=		\$ 1,1231	SE ACEPTA EL PROYECTO	

APLICACIÓN DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FLUJO ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 790500	0,6667	\$ 527000	\$ 527000
AÑO 2	\$ 1397000	0,4444	\$ 620889	\$ 1147889
AÑO 3	\$ 1815625	0,2963	\$ 537963	\$ 1685852
AÑO 4	\$ 2028906	0,1975	\$ 400772	\$ 2086623
AÑO 5	\$ 3051758	0,1317	\$ 401878	\$ 2488501
AÑO 6	\$ 3814697	0,0878	\$ 334898	\$ 2823399
AÑO 7	\$ 4768372	0,0585	\$ 279082	
AÑO 8	\$ 5960464	0,0390	\$ 232568	
AÑO 9	\$ 7450581	0,0260	\$ 193807	
AÑO 10	\$ 9313226	0,0173	\$ 161506	
PERÍODO DE RECUPERACIÓN PARA LA INVERSIÓN NETA =				6 AÑOS SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FLUJO ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 713500	0,6667	\$ 475667	\$ 475667
AÑO 2	\$ 1281500	0,4444	\$ 569556	\$ 1045222
AÑO 3	\$ 1652800	0,2963	\$ 489719	\$ 1534941
AÑO 4	\$ 1800235	0,1975	\$ 355602	\$ 1890543
AÑO 5	\$ 2735728	0,1317	\$ 360260	\$ 2250803
AÑO 6	\$ 3383372	0,0878	\$ 297031	\$ 2547834
AÑO 7	\$ 4185566	0,0585	\$ 244971	\$ 2792806
AÑO 8	\$ 5179413	0,0390	\$ 202093	
AÑO 9	\$ 6410967	0,0260	\$ 166764	
AÑO 10	\$ 7937399	0,0173	\$ 137647	
PERÍODO DE RECUPERACIÓN PARA LA INVERSIÓN NETA =				7 AÑOS NO SE ACEPTA EL PROYECTO

Para aplicar el método de probabilidad con el criterio del valor presente neto a este ejemplo, se han simulado 200 veces las ventas del producto A para el primer período, tomando en cuenta las relaciones existentes del proyecto en situación ideal.¹³

Al dividir el intervalo [0,2000000] en 20 subintervalos iguales se obtiene:

intervalo	limite inferior	limite superior	frecuencia VPN	frecuencia acumulada VPN
1	\$ 0	\$ 100.000	13/200	0,065
2	\$ 100.000	\$ 200.000	9/200	0,110
3	\$ 200.000	\$ 300.000	9/200	0,155
4	\$ 300.000	\$ 400.000	16/200	0,235
5	\$ 400.000	\$ 500.000	9/200	0,280
6	\$ 500.000	\$ 600.000	12/200	0,340
7	\$ 600.000	\$ 700.000	8/200	0,380
8	\$ 700.000	\$ 800.000	7/200	0,415
9	\$ 800.000	\$ 900.000	7/200	0,450
10	\$ 900.000	\$ 1.000.000	9/200	0,495
11	\$ 1.000.000	\$ 1.100.000	7/200	0,530
12	\$ 1.100.000	\$ 1.200.000	8/200	0,570
13	\$ 1.200.000	\$ 1.300.000	11/200	0,625
14	\$ 1.300.000	\$ 1.400.000	11/200	0,680
15	\$ 1.400.000	\$ 1.500.000	14/200	0,750
16	\$ 1.500.000	\$ 1.600.000	7/200	0,785
17	\$ 1.600.000	\$ 1.700.000	5/200	0,810
18	\$ 1.700.000	\$ 1.800.000	12/200	0,870
19	\$ 1.800.000	\$ 1.900.000	19/200	0,965
20	\$ 1.900.000	\$ 2.000.000	7/200	1,000

La media y la desviación estándar para el valor presente neto del proyecto son:

$$\mu(VPN) = E(VPN) \approx \sum_{x=1}^N (VPN)_x (probabilidad)_x = 1002680,835.$$

$$\sigma(VPN) = \sqrt{VAR(VPN)} \approx \sqrt{\sum_{x=1}^N [(VPN)_x - \mu(VPN)_x]^2 / (N - 1)} = 607476,293.$$

¹³ Cfr. “DATOS RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN PARA LAS VENTAS DEL PRODUCTO A” ver anexo.

Para definir el escenario más probable, se construye un intervalo de confianza del 50% alrededor de la media.¹⁴

$$P\left(-z_{\alpha/2} < \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{N}} < z_{\alpha/2}\right) = P\left(\mu - z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}} < \bar{x} < \mu + z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right) = 1 - \alpha$$

Sustituyendo $\bar{x} = 1002680,835$ $\sigma = 607476,293$ $N = 200$ $z_{\alpha/2} = z_{0.25} = 0.6745$

$$P\left(1002680,835 - 0.6745 \cdot \frac{607476,293}{\sqrt{200}} < \bar{x} < 1002680,835 + 0.6745 \cdot \frac{607476,293}{\sqrt{200}}\right) = 1 - 0.5$$

Es decir, $\bar{x} \in (973707.647, 1031654.023)$ con una probabilidad del 50%.

Para calcular la probabilidad del escenario pesimista, se calcula la probabilidad de que $\bar{x} \in (0, 973707.647)$, tomando en cuenta que la distribución muestral de \bar{x} para una muestra aleatoria de tamaño N tomada de una población normal con media μ y varianza σ^2 es una distribución normal con media μ y la varianza σ^2/N .

$$P(\bar{x} < 973707.647) = \int_{-\infty}^{973707.647} \frac{1}{(\sigma/\sqrt{N})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^2/(\sigma/\sqrt{N})^2} = 0.25$$

Análogamente, para la probabilidad del escenario optimista, se calcula la probabilidad de que $\bar{x} \in (1031654.023, 2000000)$.

$$P(\bar{x} > 1031654.023) = \int_{1031654.023}^{\infty} \frac{1}{(\sigma/\sqrt{N})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^2/(\sigma/\sqrt{N})^2} = 0.25$$

¹⁴ Para fines de este ejemplo se ha supuesto $\alpha = 50\%$ para el intervalo del escenario más probable.

A continuación, los siguientes intervalos del valor presente neto como escenarios respetando las relaciones del proyecto en situación ideal.

escenarios	ventas del producto A para el primer período	valor presente neto
pesimista (25%)	[106556.751, 788339.446]	[0, 973707.647]
más probable (50%)	[788339.446, 828913.080]	[973707.647, 1031654.023]
optimista (25%)	(828913.080, 1506941.594]	(1031654.023, 2000000]

Si el criterio del valor anual neto equivalente es utilizado se obtiene lo siguiente:

escenarios	ventas del producto A para el primer período	valor anual neto equivalente (i=50%)
pesimista (25%)	[106556.751, 788339.446]	[0, 495449.879)
más probable (50%)	[788339.446, 828913.080]	[495449.879, 524934.627]
optimista (25%)	(828913.080, 1506941.594]	(524934.627, 1017656.337]

$$\mu(VAE) = E(VAE) \approx \frac{\sum_{x=1}^N (VPN)_x (probabilidad)_x}{\sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}} = 510192,253.$$

$$\sigma(VAE) = \sqrt{VAR(VAE)} \approx \sqrt{\sum_{x=1}^N \left[\left(\frac{(VPN)_x}{\sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}} \right) - \mu(VAE)_x \right]^2 / (N-1)} = 309101,050.$$

Este criterio es útil al comparar proyectos con distinta vida, además al seguir el VPN una distribución Normal se asegura la distribución Normal para el VAE.

APLICACIÓN DEL MÉTODO ESTADÍSTICO

EN SITUACIÓN IDEAL

PERÍODOS		XI		XI - E(X)		(XI - E(X))^2
AÑO 1	\$	527000	\$	157964	\$	24952594511
AÑO 2	\$	620889	\$	251853	\$	63429828559
AÑO 3	\$	537963	\$	168927	\$	28536285894
AÑO 4	\$	400772	\$	31736	\$	1007142436
AÑO 5	\$	401878	\$	32841	\$	1078562452
AÑO 6	\$	334898	\$	(34138)	\$	1165411289
AÑO 7	\$	279082	\$	(89954)	\$	8091803113
AÑO 8	\$	232568	\$	(136468)	\$	18623530877
AÑO 9	\$	193807	\$	(175229)	\$	30705341915
AÑO 10	\$	161506	\$	(207531)	\$	43068914471
SUMAS	\$	3690361	\$	0	\$	220659415516

PROMEDIO DE LOS FLUJOS = $3690361 / 10$ = \$ 369036.1

DESVIACIÓN ESTÁNDAR = $(220659415516 / 10)^{0,5}$ = \$ 148546.1 SE ACEPTA EL PROYECTO

COEFICIENTE DE VARIACIÓN = $148546,1 / 369036,1$ = 40,25% SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

PERÍODOS		XI		XI - E(X)		(XI - E(X))^2
AÑO 1	\$	475667	\$	145736	\$	21238910046
AÑO 2	\$	569556	\$	239625	\$	57419969565
AÑO 3	\$	489719	\$	159788	\$	25532079041
AÑO 4	\$	355602	\$	25671	\$	659003466
AÑO 5	\$	360260	\$	30330	\$	919880009
AÑO 6	\$	297031	\$	(32900)	\$	1082383139
AÑO 7	\$	244971	\$	(84959)	\$	7218115538
AÑO 8	\$	202093	\$	(127838)	\$	16342625348
AÑO 9	\$	166764	\$	(163167)	\$	26623454871
AÑO 10	\$	137647	\$	(192284)	\$	36973241434
SUMAS	\$	3299309	\$	0	\$	194009662457

PROMEDIO DE LOS FLUJOS = $3299309 / 10$ = \$ 329930.9

DESVIACIÓN ESTÁNDAR = $(194009662457 / 10)^{0,5}$ = \$ 139287.4 SE ACEPTA EL PROYECTO

COEFICIENTE DE VARIACIÓN = $139.287,4 / 329930,9$ = 42,22% SE ACEPTA EL PROYECTO

En ambos casos se acepta el proyecto por ser menores tanto la desviación estándar como el coeficiente de variación, para flujos de efectivo entre los períodos, a los establecidos por la empresa.

4.1.2. Segundo proyecto: Incentivos para ventas de productos ya existentes

Para poder evaluar correctamente este proyecto, es necesario conocer las ventas históricas de los productos ya existentes, las variaciones en precios a lo largo del tiempo, las restricciones del mercado y el comportamiento de la oferta y demanda, además de otras influencias económicas, administrativas, técnicas y de mercado.

Todo esto debe hacerse con el fin de obtener el mejor pronóstico posible de los flujos de efectivo futuros. Es importante respetar e identificar todas las relaciones que guardan entre sí las posibles variables, por ejemplo, para este proyecto específico, las comisiones y bonos por productividad, que deben pagarse a cierto tipo de personal, dependen directamente del volumen de ventas y del precio de los productos; cabe hacer notar que los productos vendidos en cantidades menores a las estimadas, generalmente van acompañados de una alta comisión para incentivar su venta, debido a factores económicos o de mercado.

A continuación se muestra el siguiente cuadro para el año 2000, pues la demás información histórica correspondiente a otros años es similar en concepto y difiere únicamente en cantidades, tiempo de ocurrencia y precio por producto, además de informar acerca de ventas para productos existentes, es útil, pues lo dicho anteriormente afecta las comisiones de venta, y en definitiva los flujos de efectivo.

**EMBOTELLADORA AGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
BODEGA REFRESCO COYOACÁN**

**TOTAL DE VENTAS POR MES
AÑO 2000**

UNIDAD: CAJA

PRODUCTO	ENERO 2000	FEBRERO 2000	MARZO 2000	ABRIL 2000	MAYO 2000	JUNIO 2000	JULIO 2000	AGOSTO 2000	SEPTIEMBRE 2000	OCTUBRE 2000	NOVIEMBRE 2000	DICIEMBRE 2000	TOTAL AÑO 2000
JARRITO MED	15766	15333	16497	15527	17034	16417	11060	15376	15549	16012	16725	13218	184514
JARRITO 600	7654	8165	7351	7415	7443	7073	4714	7116	7909	7383	7258	5915	85396
JARRITO 1,5 L	1221	1133	1057	965	808	724	445	907	1177	1011	766	676	10890
JARRITO 2,0 L	11105	10170	18259	17750	21738	11008	9083	14159	10637	18004	16373	11621	169907
SUBTOTAL	35746	34801	43164	41657	47023	35222	25302	37558	35272	42410	41122	31430	450707
SIDRAL MED	9149	8768	9376	8726	9404	9200	6253	8696	8958	9051	9302	7474	104357
SIDRAL 600	690	663	313	367	301	525	126	426	676	340	413	276	5116
SIDRAL SUPER 1/2	104	99	105	1	0	0	0	44	101	53	0	22	529
SIDRAL 1,5 L	32	16	23	16	168	23	16	42	24	19	95	29	503
SIDRAL 2,0 L	978	660	523	2559	783	678	449	947	819	1541	730	698	11365
SUBTOTAL	10953	10206	10340	11669	10656	10426	6844	10155	10578	11004	10540	8499	121870
ZUBBA MED	864	856	883	796	793	791	444	775	860	839	792	609	9302
ZUBBA 600	281	299	120	91	81	141	60	153	290	105	111	106	1838
ZUBBA 2,0 L	0	0	18	1821	164	23	55	297	0	919	93	176	3566
SUBTOTAL	1145	1155	1021	2708	1038	955	559	1225	1150	1863	996	891	14706
RC-COLA MED	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
RC-COLA 600	173	265	236	160	355	130	48	195	219	198	242	121	2342
RC-COLA 1,0 L	19	16	22	24	1	0	0	11	17	23	0	5	138
RC-COLA 2,0 L	4779	4223	5235	5226	2663	4990	984	4014	4501	5230	3826	2499	48170
SUBTOTAL	4972	4504	5493	5410	3019	5120	1032	4220	4737	5451	4068	2625	50651
AGUA 500	2333	2811	3117	3488	2850	2248	1510	2622	2572	3302	2549	2066	31468
AGUA 1,5 L	3294	3942	5358	6643	4714	3203	1873	4146	3618	6000	3958	3009	49758
SUBTOTAL	5627	6753	8475	10131	7564	5451	3383	6768	6190	9302	6507	5075	81226
TOTAL	58443	57419	68493	71575	69300	57174	37120	59926	57927	70030	63233	48520	719160

Una vez que se obtiene la venta total en cajas, se multiplica por su respectivo precio, recordando que una caja de refresco contiene 20 refrescos. Este procedimiento se hace con el fin de sistematizar la información y poder llevarla a términos monetarios, pues a final de cuentas debemos utilizar flujos de efectivo para poder así evaluar correctamente un proyecto de inversión.

A continuación se muestran algunas listas de precios autorizadas para diferentes períodos:

LISTA DE PRECIOS A PARTIR DEL 07 DE AGOSTO DEL 2000

	PRECIO FÁBRICA	IVA	PRECIO CAJA	PRECIO BOTELLA
Jarritos Mediano	\$ 45,21	\$ 6,79	\$ 52,00	\$ 3,00
Jarritos 600 ml	80,87	12,13	93,00	4,50
Jarritos 1,5 L pet	69,57	10,43	80,00	7,50
Jarritos 2,0 L pet	63,48	9,52	73,00	10,50
Sidral Aga Mediano	45,21	6,79	52,00	3,00
Sidral Aga 600 ml	80,87	12,13	93,00	4,50
Sidral 1,5 L pet	69,57	10,43	80,00	7,50
Sidral 2,0 L pet	63,48	9,52	73,00	10,50
Zubba Mediano	45,21	6,79	52,00	3,00
Zubba Aga 600 ml	80,87	12,13	93,00	4,50
Zubba 1,5 L pet	69,57	10,43	80,00	7,50
Zubba 2,0 L pet	63,48	9,52	73,00	10,50
RC-Cola 600 ml	62,61	9,39	72,00	3,50
RC-Cola 2,0 L	52,17	7,83	60,00	8,50
Agua Pureza AGA 500 ml	43,47	6,53	50,00	2,50
Agua Pureza AGA 1,5 L	43,47	6,53	50,00	5,00

LISTA DE PRECIOS A PARTIR DEL 25 DE NOVIEMBRE DE 1999

	PRECIO DETALLISTA CAJA	PRECIO CONSUIDOR BOTELLA
Jarritos Mediano	\$ 52,00	\$ 3,00
Jarritos 600 ml	84,00	4,00
Jarritos 1,5 L pet	80,00	7,50
* Jarritos 2,0 L pet	70,00	10,00
Sidral Aga Mediano	52,50	3,00
* Sidral Aga 1/2 retornable	52,50	2,50
Sidral Aga 600 ml	84,00	4,00
Sidral Aga 1,5 L pet	80,00	7,50
* Sidral Aga 2,0 L pet	70,00	10,00
Zubba Mediano	52,00	3,00
Zubba Aga 600 ml	84,00	4,00
Zubba 1,5 L pet	80,00	7,50
* Zubba 2,0 L pet	70,00	10,00
* RC-Cola Mediano	46,00	2,20
* RC-Cola 600 ml	63,50	3,00
* RC-Cola 1 L	46,20	4,50
* RC-Cola 2,0 L	52,20	7,50
Agua Pureza AGA 500 ml	50,00	2,50
Agua Pureza AGA 1,5 L	50,00	5,00

Los precios citados ya incluyen el I.V.A.

NOTA:

- * Estos productos no se ajustan en precio como un presente Decembrino de Embotelladora AGA a sus estimados clientes, apoyando su economía.

Así, es posible sistematizar en términos monetarios las ventas. Simplemente se multiplica el total de cajas vendidas por su respectivo precio y se muestra sólo el siguiente cuadro para el año 2000 al mostrar la información respectiva. Nótese que el mes de agosto del año 2000 maneja precios distintos según la fecha de venta.

**EMBOTELLADORA AGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
BODEGA REFRESCO COYOACÁN**

**TOTAL DE VENTAS POR MES
AÑO 2000**

UNIDAD: PESOS

PRODUCTO	ENERO 2000	FEBRERO 2000	MARZO 2000	ABRIL 2000	MAYO 2000	JUNIO 2000	JULIO 2000	AGOSTO 2000	SEPTIEMBRE 2000	OCTUBRE 2000	NOVIEMBRE 2000	DICIEMBRE 2000	TOTAL AÑO 2000
JARRITO MED	819832,00	797316,00	857844,00	807404,00	885768,00	853684,00	575120,00	799552,00	808548,00	832624,00	869700,00	687336,00	9594728,00
JARRITO 600	642936,00	685860,00	617484,00	622860,00	625212,00	594132,00	395976,00	647326,00	735537,00	686619,00	674994,00	550095,00	7479031,00
JARRITO 1,5 L	97680,00	90640,00	84560,00	77200,00	64640,00	57920,00	35600,00	72560,00	94160,00	80880,00	61280,00	54080,00	871200,00
JARRITO 2,0 L	777350,00	711900,00	1278130,00	1242500,00	1521660,00	770560,00	635810,00	1024015,00	776501,00	1314292,00	1195229,00	848333,00	12096280,00
SUBTOTAL	2337798,00	2285716,00	2838018,00	2749964,00	3097280,00	2276296,00	1642506,00	2543453,00	2414746,00	2914415,00	2801203,00	2139844,00	30041239,00
SIDRAL MED	480322,50	460320,00	492240,00	458115,00	493710,00	483000,00	328282,50	453173,00	465816,00	470652,00	483704,00	388648,00	5457983,00
SIDRAL 600	57960,00	55692,00	26292,00	30828,00	25284,00	44100,00	10584,00	38752,00	62868,00	31620,00	38409,00	25668,00	448057,00
SIDRAL SUPER 1/2	5460,00	5197,50	5512,50	52,50	0,00	0,00	0,00	2310,00	5302,50	2782,50	0,00	1155,00	27772,50
SIDRAL 1,5 L	2560,00	1280,00	1840,00	1280,00	13440,00	1840,00	1280,00	3360,00	1920,00	1520,00	7600,00	2320,00	40240,00
SIDRAL 2,0 L	68460,00	46200,00	36610,00	179130,00	54810,00	47460,00	31430,00	53520,00	59787,00	112493,00	53290,00	50954,00	794144,00
SUBTOTAL	614762,50	568689,50	562494,50	669405,50	587244,00	576400,00	371576,50	551115,00	595693,50	619067,50	583003,00	468745,00	6768196,50
ZUBBA MED	44928,00	44512,00	45916,00	41392,00	41236,00	41132,00	23088,00	40300,00	44720,00	43628,00	41184,00	31668,00	483704,00
ZUBBA 600	23604,00	25116,00	10080,00	7644,00	6804,00	11844,00	5040,00	13918,00	26970,00	9765,00	10323,00	9858,00	160966,00
ZUBBA 2,0 L	0,00	0,00	1260,00	127470,00	11480,00	1610,00	3850,00	22150,00	0,00	67087,00	6789,00	12848,00	254544,00
SUBTOTAL	68532,00	69628,00	57256,00	176506,00	59520,00	54586,00	31978,00	76368,00	71690,00	120480,00	58296,00	54374,00	899214,00
RC-COLA MED	46,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,00
RC-COLA 600	10985,50	16827,50	14986,00	10160,00	22542,50	8255,00	3048,00	13665,00	15768,00	14256,00	17424,00	8712,00	156629,50
RC-COLA 1,0 L	877,80	739,20	1016,40	1108,80	46,20	0,00	0,00	508,00	785,40	1062,60	0,00	231,00	6375,40
RC-COLA 2,0 L	249463,80	220440,60	273267,00	272797,20	139008,60	260478,00	51364,80	233770,00	270060,00	313800,00	229560,00	149940,00	2663950,00
SUBTOTAL	261373,10	238007,30	289269,40	284066,00	161597,30	268733,00	54412,80	247943,00	286613,40	329118,60	246984,00	158883,00	2827000,90
AGUA 500	116650,00	140550,00	155850,00	174400,00	142500,00	112400,00	75500,00	131100,00	128600,00	165100,00	127450,00	103300,00	1573400,00
AGUA 1,5 L	164700,00	197100,00	267900,00	332150,00	235700,00	160150,00	93650,00	207300,00	180900,00	300000,00	197900,00	150450,00	2487900,00
SUBTOTAL	281350,00	337650,00	423750,00	506550,00	378200,00	272550,00	169150,00	338400,00	309500,00	465100,00	325350,00	253750,00	4061300,00
TOTAL	3563815,60	3499690,80	4170787,90	4386491,50	4283841,30	3448565,00	2269623,30	3757279,00	3678242,90	4448181,10	4014836,00	3075596,00	44596950,40

Los datos obtenidos por el equipo encargado de la elaboración del proyecto de inversión son los siguientes:

1. El incremento al precio de los productos existentes corresponde en promedio al 5% semestralmente, es decir, un aumento del 10.25% anual.
2. Se ha supuesto un incremento en las ventas del 15% anual respecto al período anterior.

Así se obtiene en términos monetarios el incremento de las ventas, a continuación se presenta la proyección para los diferentes años de la vida del proyecto:

EMBOTELLADORA AGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
BODEGA REFRESCO COYOACÁN

INCREMENTO EN VENTAS POR PERÍODO [2001 - 2010]

UNIDAD: PESOS

PRODUCTO	PERÍODO 01	PERÍODO 02	PERÍODO 03	PERÍODO 04	PERÍODO 05	PERÍODO 06	PERÍODO 07	PERÍODO 08	PERÍODO 09	PERÍODO 10
JARRITO MED	1586728,14	1924304,56	2333700,35	2830195,10	3432319,11	4162545,00	5048126,44	6122115,35	7424595,38	9004178,05
JARRITO 600	1236844,75	1499983,47	1819104,96	2206119,54	2675471,47	3244678,02	3934983,27	4772150,96	5787426,08	7018700,98
JARRITO 1,5 L	144074,70	174726,59	211899,67	256981,33	311654,11	377958,52	458369,20	555887,24	674152,25	817578,14
JARRITO 2,0 L	2000422,31	2426012,15	2942146,24	3568087,85	4327198,54	5247810,03	6364281,61	7718282,52	9360347,13	11351760,98
SUBTOTAL	4968069,90	6025026,77	7306851,22	8861383,81	10746643,22	13032991,56	15805760,52	19168436,07	23246520,84	28192218,15
SIDRAL MED	902613,94	1094645,05	1327530,79	1609962,96	1952482,59	2367873,26	2871638,29	3482579,34	4223498,09	5122047,31
SIDRAL 600	74097,43	89861,65	108979,72	132165,16	160283,29	194383,56	235738,67	285892,07	346715,61	420479,35
SIDRAL SUPER 1/2	4592,88	5570,01	6755,03	8192,16	9935,05	12048,73	14612,10	17720,82	21490,92	26063,12
SIDRAL 1,5 L	6654,69	8070,48	9787,47	11869,75	14395,04	17457,59	21171,69	25675,97	31138,53	37763,25
SIDRAL 2,0 L	131331,56	159272,35	193157,55	234251,82	284088,89	344528,80	417827,30	506720,06	614524,76	745264,90
SUBTOTAL	1119290,50	1357419,55	1646210,56	1996441,85	2421184,86	2936291,94	3560988,05	4318588,26	5237367,91	6351617,93
ZUBBA MED	7992,55	97010,96	117650,05	142680,09	173035,28	209848,54	254493,82	308637,38	374299,98	453932,30
ZUBBA 600	26619,75	32283,10	39151,34	47480,78	57582,32	69832,96	84689,92	102707,70	124558,76	151058,64
ZUBBA 2,0 L	42095,21	51050,97	61912,06	75083,86	91057,95	110430,53	133924,62	162417,08	196971,32	238876,96
SUBTOTAL	148707,52	180345,04	218713,45	265244,73	321675,55	390112,02	473108,35	573762,16	695830,06	843867,90
RC-COLA MED	7,61	9,23	11,19	13,57	16,46	19,96	24,20	29,35	35,60	43,17
RC-COLA 600	25902,60	31413,38	38096,58	46201,63	56031,02	67951,62	82408,33	99940,70	121203,09	146989,05
RC-COLA 1,0 L	1054,33	1278,64	1550,67	1880,58	2280,67	2765,88	3354,32	4067,96	4933,41	5983,00
RC-COLA 2,0 L	440550,73	534277,90	647945,52	785795,93	952974,02	1155719,24	1401598,51	1699788,59	2061418,61	2499985,42
SUBTOTAL	467515,27	566979,15	687603,96	833891,71	1011302,17	1226456,70	1487385,36	1803826,60	2187590,71	2653000,63
AGUA 500	260201,03	315558,79	382693,93	464112,06	562851,90	682598,64	827821,50	1003940,53	1217528,87	1476558,14
AGUA 1,5 L	411436,46	498969,57	605125,35	733865,76	889995,70	1079342,29	1308972,36	1587456,23	1925187,55	2334771,20
SUBTOTAL	671637,49	814528,36	987819,27	1197977,82	1452847,60	1761940,93	2136793,87	2591396,76	3142716,42	3811329,34
TOTAL	7375220,67	8944298,87	10847198,46	13154939,93	15953653,40	19347793,16	23464036,15	28456009,84	34510025,93	41852033,93

3. Costo de adquisición de maquinaria y el equipo para la fabricación de los productos
\$3,000,000.
4. Gastos fijos de instalación, fletes, honorarios de personal especializado y otros
\$200,000
5. Valor de desecho para la maquinaria y el equipo
\$500,000.
6. Materia prima, mano de obra y gastos indirectos sin depreciación se espera sean 15%, 10% y 5% de las ventas respectivamente.
7. La depreciación del 10% por período se calculará según el valor de adquisición y gastos de arranque, ésta se reexpresará considerando inflación periódica al 25%.
8. Los gastos de operación para el primer período se presupuestan en \$1,400,000 incrementándose con la inflación.
9. Se pide un préstamo para financiar la adquisición de la maquinaria y el equipo por \$2,500,000 con interés del 50% al principal, debe cancelarse al cuarto período.
10. Los impuestos a considerar son los siguientes:
Impuesto Sobre la Renta 35% y Participación de Trabajadores en Utilidades 10%.
11. La tasa mínima requerida por la empresa es del 50%.
12. La desviación estándar permitida por la empresa y el coeficiente de variación son \$150,000 y 0.45, respectivamente para flujos de efectivo entre los períodos.
13. El número de períodos permitidos por la empresa para recuperar la inversión es de 06 años.

Se pide:

- Elaborar el estado de inversión inicial del proyecto.
- Elaborar el estado de resultados del proyecto.
- Elaborar el estado del flujo de efectivo del proyecto.
- Realizar un análisis de sensibilidad disminuyendo las ventas de los productos a partir del tercer período y siguientes un 5%, aumentar el costo de la materia prima un 7%, suponer además que se venden desechos de producción que importan el 2% del total de las ventas del período; con estos datos elaborar el estado de resultados y el flujo de efectivo del proyecto.
- A los flujos de efectivo resultantes de la situación ideal y el análisis de sensibilidad aplicarles los criterios de evaluación en proyectos de inversión.

ESTADO DE INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

PRECIO NETO PAGADO POR EL BIEN DE CAPITAL	\$	3000000
COSTOS Y GASTOS DE ARRANQUE (INSTALACIÓN)	\$	200000
VALOR DE DESECHO	\$	(500000)
ESTÍMULOS FISCALES	\$	<u>0</u>
INVERSIÓN INICIAL NETA DEL PROYECTO	\$	<u><u>2700000</u></u>

ESTADOS DE RESULTADOS DEL PROYECTO EN SITUACIÓN IDEAL

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
VENTAS										
PRODUCTOS EXISTENTES	\$ 7375221	\$ 8944299	\$ 10847198	\$ 13154940	\$ 15953653	\$ 19347793	\$ 23464036	\$ 28456010	\$ 34510026	\$ 41852034
TOTAL DE VENTAS	\$ 7375221	\$ 8944299	\$ 10847198	\$ 13154940	\$ 15953653	\$ 19347793	\$ 23464036	\$ 28456010	\$ 34510026	\$ 41852034
COSTO DE VENTAS										
MATERIA PRIMA	\$ 1106283	\$ 1341645	\$ 1627080	\$ 1973241	\$ 2393048	\$ 2902169	\$ 3519605	\$ 4268401	\$ 5176504	\$ 6277805
MANO DE OBRA	\$ 737522	\$ 894430	\$ 1084720	\$ 1315494	\$ 1595365	\$ 1934779	\$ 2346404	\$ 2845601	\$ 3451003	\$ 4185203
COMISIONES	\$ 368761	\$ 447215	\$ 542360	\$ 657747	\$ 797683	\$ 967390	\$ 1173202	\$ 1422800	\$ 1725501	\$ 2092602
GASTOS INDIRECTOS										
SIN DEPRECIACIÓN	\$ 368761	\$ 447215	\$ 542360	\$ 657747	\$ 797683	\$ 967390	\$ 1173202	\$ 1422800	\$ 1725501	\$ 2092602
DEPRECIACIÓN	\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
UTILIDAD BRUTA	\$ 4473893	\$ 5413794	\$ 6550679	\$ 7925711	\$ 9588625	\$ 11599503	\$ 14030920	\$ 16970527	\$ 20524168	\$ 24819636
GASTOS DE OPERACIÓN										
UTILIDAD EN OPERACIÓN	\$ 3073893	\$ 3663794	\$ 4363179	\$ 5191336	\$ 6170656	\$ 7327042	\$ 8690344	\$ 10294807	\$ 12179518	\$ 14388823
GASTOS FINANCIEROS										
PRODUCTOS FINANCIEROS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS GASTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS PRODUCTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 1823893	\$ 2413794	\$ 3113179	\$ 1441336	\$ 6170656	\$ 7327042	\$ 8690344	\$ 10294807	\$ 12179518	\$ 14388823
IMPUESTOS	\$ 820752	\$ 1086207	\$ 1400931	\$ 648601	\$ 2776795	\$ 3297169	\$ 3910655	\$ 4632663	\$ 5480783	\$ 6474971
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS	\$ 1003141	\$ 1327587	\$ 1712248	\$ 792735	\$ 3393861	\$ 4029873	\$ 4779689	\$ 5662144	\$ 6698735	\$ 7913853

ESTADOS DE RESULTADOS DEL PROYECTO CON SENSIBILIDAD

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
VENTAS										
PRODUCTOS EXISTENTES	\$ 7375221	\$ 8944299	\$ 10399984	\$ 12092581	\$ 14060089	\$ 16346419	\$ 19002260	\$ 22086065	\$ 25665163	\$ 29816996
TOTAL DE VENTAS	\$ 7375221	\$ 8944299	\$ 10399984	\$ 12092581	\$ 14060089	\$ 16346419	\$ 19002260	\$ 22086065	\$ 25665163	\$ 29816996
COSTO DE VENTAS										
MATERIA PRIMA	\$ 1622549	\$ 1967746	\$ 2287996	\$ 2660368	\$ 3093220	\$ 3596212	\$ 4180497	\$ 4858934	\$ 5646336	\$ 6559739
MANO DE OBRA	\$ 737522	\$ 894430	\$ 1039998	\$ 1209258	\$ 1406009	\$ 1634642	\$ 1900226	\$ 2208607	\$ 2566516	\$ 2981700
COMISIONES	\$ 368761	\$ 447215	\$ 519999	\$ 604629	\$ 703004	\$ 817321	\$ 950113	\$ 1104303	\$ 1283258	\$ 1490850
GASTOS INDIRECTOS										
SIN DEPRECIACIÓN	\$ 368761	\$ 447215	\$ 519999	\$ 604629	\$ 703004	\$ 817321	\$ 950113	\$ 1104303	\$ 1283258	\$ 1490850
DEPRECIACIÓN	\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
UTILIDAD BRUTA	\$ 3957628	\$ 4787693	\$ 5531990	\$ 6388697	\$ 7373602	\$ 8504360	\$ 9800607	\$ 11284039	\$ 12978446	\$ 14909672
GASTOS DE OPERACIÓN										
GASTOS DE OPERACIÓN	\$ 1400000	\$ 1750000	\$ 2187500	\$ 2734375	\$ 3417969	\$ 4272461	\$ 5340576	\$ 6675720	\$ 8344650	\$ 10430813
UTILIDAD EN OPERACIÓN	\$ 2557628	\$ 3037693	\$ 3344490	\$ 3654322	\$ 3955633	\$ 4231900	\$ 4460031	\$ 4608319	\$ 4633795	\$ 4478859
GASTOS FINANCIEROS										
PRODUCTOS FINANCIEROS	\$ 1250000	\$ 1250000	\$ 1250000	\$ 3750000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS GASTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
OTROS PRODUCTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 147504	\$ 178886	\$ 208000	\$ 241852	\$ 281202	\$ 326928	\$ 380045	\$ 441721	\$ 513303	\$ 596340
IMPUESTOS	\$ 1455132	\$ 1966579	\$ 2302490	\$ 146173	\$ 4236835	\$ 4558828	\$ 4840076	\$ 5050040	\$ 5147099	\$ 5075199
IMPUESTOS	\$ 654810	\$ 884961	\$ 1036121	\$ 65778	\$ 1906576	\$ 2051473	\$ 2178034	\$ 2272518	\$ 2316194	\$ 2283840
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS	\$ 800323	\$ 1081619	\$ 1266370	\$ 80395	\$ 2330259	\$ 2507355	\$ 2662042	\$ 2777522	\$ 2830904	\$ 2791360

FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO EN SITUACIÓN IDEAL

CONCEPTO	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
ENTRADAS											
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 1823893	\$ 2413794	\$ 3113179	\$ 1441336	\$ 6170656	\$ 7327042	\$ 8690344	\$ 10294807	\$ 12179518	\$ 14388823
DEPRECIACIÓN		\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
CAPITAL DE TRABAJO											
VALOR DE DESECHO	\$ 500000										
TOTAL DE VENTAS	\$ 500000	\$ 2143893	\$ 2813794	\$ 3613179	\$ 2066336	\$ 6951906	\$ 8303605	\$ 9911047	\$ 11820686	\$ 14086867	\$ 16773009
SALIDAS											
INVERSIÓN	\$ 3000000										
COSTOS DE ARRANQUE	\$ 200000										
IMPUESTOS		\$ 820752	\$ 1086207	\$ 1400931	\$ 648601	\$ 2776795	\$ 3297169	\$ 3910655	\$ 4632663	\$ 5480783	\$ 6474971
CAPITAL DE TRABAJO (5%)		\$ 368761	\$ 78454	\$ 95145	\$ 115387	\$ 139936	\$ 169707	\$ 205812	\$ 249599	\$ 302701	\$ 367100
TOTAL DE SALIDAS	\$ 3200000	\$ 1189513	\$ 1164661	\$ 1496076	\$ 763988	\$ 2916731	\$ 3466876	\$ 4116467	\$ 4882262	\$ 5783484	\$ 6842071
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (2700000)	\$ 954380	\$ 1649133	\$ 2117103	\$ 1302348	\$ 4035175	\$ 4836729	\$ 5794580	\$ 6938424	\$ 8303383	\$ 9930938

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 954380	0,6667	\$ 636254
AÑO 2	\$ 1649133	0,4444	\$ 732948
AÑO 3	\$ 2117103	0,2963	\$ 627290
AÑO 4	\$ 1302348	0,1975	\$ 257254
AÑO 5	\$ 4035175	0,1317	\$ 531381
AÑO 6	\$ 4836729	0,0878	\$ 424624
AÑO 7	\$ 5794580	0,0585	\$ 339143
AÑO 8	\$ 6938424	0,0390	\$ 270727
AÑO 9	\$ 8303383	0,0260	\$ 215990
AÑO 10	\$ 9930938	0,0173	\$ 172218
VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE	=	\$ 767218	SE ACEPTA EL PROYECTO

FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO CON SENSIBILIDAD

CONCEPTO	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
ENTRADAS											
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 1455132	\$ 1966579	\$ 2302490	\$ 146173	\$ 4236835	\$ 4558828	\$ 4840076	\$ 5050040	\$ 5147099	\$ 5075199
DEPRECIACIÓN		\$ 320000	\$ 400000	\$ 500000	\$ 625000	\$ 781250	\$ 976563	\$ 1220703	\$ 1525879	\$ 1907349	\$ 2384186
CAPITAL DE TRABAJO VALOR DE DESECHO	\$ 500000										
TOTAL DE VENTAS	\$ 500000	\$ 1775132	\$ 2366579	\$ 2802490	\$ 771173	\$ 5018085	\$ 5535390	\$ 6060780	\$ 6575919	\$ 7054447	\$ 7459385
SALIDAS											
INVERSIÓN	\$ 3000000										
COSTOS DE ARRANQUE	\$ 200000										
IMPUESTOS		\$ 654810	\$ 884961	\$ 1036121	\$ 65778	\$ 1906576	\$ 2051473	\$ 2178034	\$ 2272518	\$ 2316194	\$ 2283840
CAPITAL DE TRABAJO (5%)		\$ 368761	\$ 78454	\$ 72784	\$ 84630	\$ 98375	\$ 114316	\$ 132792	\$ 154190	\$ 178955	\$ 207592
TOTAL DE SALIDAS	\$ 3200000	\$ 1023571	\$ 963415	\$ 1108905	\$ 150408	\$ 2004951	\$ 2165789	\$ 2310826	\$ 2426708	\$ 2495149	\$ 2491431
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (2700000)	\$ 751562	\$ 1403165	\$ 1693585	\$ 620766	\$ 3013134	\$ 3369601	\$ 3749953	\$ 4149211	\$ 4559298	\$ 4967954

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	A VALOR PRESENTE 50%	DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 751562	0,6667	\$ 501041
AÑO 2	\$ 1403165	0,4444	\$ 623629
AÑO 3	\$ 1693585	0,2963	\$ 501803
AÑO 4	\$ 620766	0,1975	\$ 122620
AÑO 5	\$ 3013134	0,1317	\$ 396791
AÑO 6	\$ 3369601	0,0878	\$ 295822
AÑO 7	\$ 3749953	0,0585	\$ 219476
AÑO 8	\$ 4149211	0,0390	\$ 161896
AÑO 9	\$ 4559298	0,0260	\$ 118598
AÑO 10	\$ 4967954	0,0173	\$ 86152
VALOR ANUAL NETO EQUIVALENTE	=	\$ 166807	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE VALOR PRESENTE NETO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS		FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%		VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$	954380	0,6667	\$	636254
AÑO 2	\$	1649133	0,4444	\$	732948
AÑO 3	\$	2117103	0,2963	\$	627290
AÑO 4	\$	1302348	0,1975	\$	257254
AÑO 5	\$	4035175	0,1317	\$	531381
AÑO 6	\$	4836729	0,0878	\$	424624
AÑO 7	\$	5794580	0,0585	\$	339143
AÑO 8	\$	6938424	0,0390	\$	270727
AÑO 9	\$	8303383	0,0260	\$	215990
AÑO 10	\$	9930938	0,0173	\$	172218
VALOR PRESENTE NETO	=		\$	1507828	SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

PERÍODOS		FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%		VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$	751562	0,6667	\$	501041
AÑO 2	\$	1403165	0,4444	\$	623629
AÑO 3	\$	1693585	0,2963	\$	501803
AÑO 4	\$	620766	0,1975	\$	122620
AÑO 5	\$	3013134	0,1317	\$	396791
AÑO 6	\$	3369601	0,0878	\$	295822
AÑO 7	\$	3749953	0,0585	\$	219476
AÑO 8	\$	4149211	0,0390	\$	161896
AÑO 9	\$	4559298	0,0260	\$	118598
AÑO 10	\$	4967954	0,0173	\$	86152
VALOR PRESENTE NETO	=		\$	327828	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 100%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 147%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 148%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 954380	0,5000	\$ 477190	0,4049	\$ 386389	0,4032	\$ 384831
AÑO 2	\$ 1649133	0,2500	\$ 412283	0,1639	\$ 270310	0,1626	\$ 268134
AÑO 3	\$ 2117103	0,1250	\$ 264638	0,0664	\$ 140492	0,0656	\$ 138799
AÑO 4	\$ 1302348	0,0625	\$ 81397	0,0269	\$ 34990	0,0264	\$ 34429
AÑO 5	\$ 4035175	0,0313	\$ 126099	0,0109	\$ 43891	0,0107	\$ 43013
AÑO 6	\$ 4836729	0,0156	\$ 75574	0,0044	\$ 21300	0,0043	\$ 20789
AÑO 7	\$ 5794580	0,0078	\$ 45270	0,0018	\$ 10331	0,0017	\$ 10043
AÑO 8	\$ 6938424	0,0039	\$ 27103	0,0007	\$ 5008	0,0007	\$ 4849
AÑO 9	\$ 8303383	0,0020	\$ 16218	0,0003	\$ 2427	0,0003	\$ 2340
AÑO 10	\$ 9930938	0,0010	\$ 9698	0,0001	\$ 1175	0,0001	\$ 1128
SUMAS	\$ 45862194	0,9989	\$ 1535470	0,6802	\$ 916312	0,6756	\$ 908356

TIR = 67,57% SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO \$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 100%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 57%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 58%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 751562	0,5000	\$ 375781	0,6369	\$ 478702	0,6329	\$ 475672
AÑO 2	\$ 1403165	0,2500	\$ 350791	0,4057	\$ 569258	0,4006	\$ 562075
AÑO 3	\$ 1693585	0,1250	\$ 211698	0,2584	\$ 437631	0,2535	\$ 429374
AÑO 4	\$ 620766	0,0625	\$ 38798	0,1646	\$ 102171	0,1605	\$ 99609
AÑO 5	\$ 3013134	0,0313	\$ 94160	0,1048	\$ 315879	0,1016	\$ 306008
AÑO 6	\$ 3369601	0,0156	\$ 52650	0,0668	\$ 224999	0,0643	\$ 216589
AÑO 7	\$ 3749953	0,0078	\$ 29297	0,0425	\$ 159488	0,0407	\$ 152555
AÑO 8	\$ 4149211	0,0039	\$ 16208	0,0271	\$ 112401	0,0257	\$ 106834
AÑO 9	\$ 4559298	0,0020	\$ 8905	0,0173	\$ 78669	0,0163	\$ 74299
AÑO 10	\$ 4967954	0,0010	\$ 4852	0,0110	\$ 54599	0,0103	\$ 51240
SUMAS	\$ 28278228	0,9989	\$ 1183139	1,7351	\$ 2533796	1,7064	\$ 2474255

TIR = 54,41% SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE LA RAZÓN BENEFICIO-COSTO EN SU ÍNDICE NETO

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS		FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%		VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$	954380	0,6667	\$	636254
AÑO 2	\$	1649133	0,4444	\$	732948
AÑO 3	\$	2117103	0,2963	\$	627290
AÑO 4	\$	1302348	0,1975	\$	257254
AÑO 5	\$	4035175	0,1317	\$	531381
AÑO 6	\$	4836729	0,0878	\$	424624
AÑO 7	\$	5794580	0,0585	\$	339143
AÑO 8	\$	6938424	0,0390	\$	270727
AÑO 9	\$	8303383	0,0260	\$	215990
AÑO 10	\$	9930938	0,0173	\$	172218
RAZÓN BENEFICIO COSTO ÍNDICE NETO	=		\$	1,5585	SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$

2700000

PERÍODOS		FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%		VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$	751562	0,6667	\$	501041
AÑO 2	\$	1403165	0,4444	\$	623629
AÑO 3	\$	1693585	0,2963	\$	501803
AÑO 4	\$	620766	0,1975	\$	122620
AÑO 5	\$	3013134	0,1317	\$	396791
AÑO 6	\$	3369601	0,0878	\$	295822
AÑO 7	\$	3749953	0,0585	\$	219476
AÑO 8	\$	4149211	0,0390	\$	161896
AÑO 9	\$	4559298	0,0260	\$	118598
AÑO 10	\$	4967954	0,0173	\$	86152
RAZÓN BENEFICIO COSTO ÍNDICE NETO	=		\$	1,1214	SE ACEPTA EL PROYECTO

APLICACIÓN DEL CRITERIO DE LA RAZÓN BENEFICIO-COSTO EN SU ÍNDICE TOTAL

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	EGRESOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 2143893	\$ 1189513	0,6667	\$ 1429262	\$ 793009
AÑO 2	\$ 2813794	\$ 1164661	0,4444	\$ 1250575	\$ 517627
AÑO 3	\$ 3613179	\$ 1496076	0,2963	\$ 1070572	\$ 443282
AÑO 4	\$ 2066336	\$ 763988	0,1975	\$ 408165	\$ 150911
AÑO 5	\$ 6951906	\$ 2916731	0,1317	\$ 915477	\$ 384096
AÑO 6	\$ 8303605	\$ 3466876	0,0878	\$ 728986	\$ 304362
AÑO 7	\$ 9911047	\$ 4116467	0,0585	\$ 580070	\$ 240927
AÑO 8	\$ 11820686	\$ 4882262	0,0390	\$ 461225	\$ 190498
AÑO 9	\$ 14086867	\$ 5783484	0,0260	\$ 366432	\$ 150442
AÑO 10	\$ 16773009	\$ 6842071	0,0173	\$ 290870	\$ 118652
RAZÓN BENEFICIO COSTO					
ÍNDICE TOTAL	=		\$ 1,2516	SE ACEPTA EL PROYECTO	

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	EGRESOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS NETOS DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 1775132	\$ 1023571	0,6667	\$ 1183422	\$ 682380
AÑO 2	\$ 2366579	\$ 963415	0,4444	\$ 1051813	\$ 428184
AÑO 3	\$ 2802490	\$ 1108905	0,2963	\$ 830367	\$ 328564
AÑO 4	\$ 771173	\$ 150408	0,1975	\$ 152331	\$ 29710
AÑO 5	\$ 5018085	\$ 2004951	0,1317	\$ 660818	\$ 264026
AÑO 6	\$ 5535390	\$ 2165789	0,0878	\$ 485960	\$ 190138
AÑO 7	\$ 6060780	\$ 2310826	0,0585	\$ 354723	\$ 135247
AÑO 8	\$ 6575919	\$ 2426708	0,0390	\$ 256582	\$ 94686
AÑO 9	\$ 7054447	\$ 2495149	0,0260	\$ 183502	\$ 64905
AÑO 10	\$ 7459385	\$ 2491431	0,0173	\$ 129357	\$ 43205
RAZÓN BENEFICIO COSTO					
ÍNDICE TOTAL	=		\$ 1,0661	SE ACEPTA EL PROYECTO	

APLICACIÓN DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN

EN SITUACIÓN IDEAL

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FLUJO ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 954380	0,6667	\$ 636254	\$ 636254
AÑO 2	\$ 1649133	0,4444	\$ 732948	\$ 1369202
AÑO 3	\$ 2117103	0,2963	\$ 627290	\$ 1996491
AÑO 4	\$ 1302348	0,1975	\$ 257254	\$ 2253745
AÑO 5	\$ 4035175	0,1317	\$ 531381	\$ 2785126
AÑO 6	\$ 4836729	0,0878	\$ 424624	
AÑO 7	\$ 5794580	0,0585	\$ 339143	
AÑO 8	\$ 6938424	0,0390	\$ 270727	
AÑO 9	\$ 8303383	0,0260	\$ 215990	
AÑO 10	\$ 9930938	0,0173	\$ 172218	
PERÍODO DE RECUPERACIÓN PARA LA INVERSIÓN NETA =			5 AÑOS	SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

INVERSIÓN NETA DEL PROYECTO

\$ 2700000

PERÍODOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FACTOR A VALOR PRESENTE 50%	VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	FLUJO ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 751562	0,6667	\$ 501041	\$ 501041
AÑO 2	\$ 1403165	0,4444	\$ 623629	\$ 1124670
AÑO 3	\$ 1693585	0,2963	\$ 501803	\$ 1626473
AÑO 4	\$ 620766	0,1975	\$ 122620	\$ 1749093
AÑO 5	\$ 3013134	0,1317	\$ 396791	\$ 2145885
AÑO 6	\$ 3369601	0,0878	\$ 295822	\$ 2441707
AÑO 7	\$ 3749953	0,0585	\$ 219476	\$ 2661183
AÑO 8	\$ 4149211	0,0390	\$ 161896	\$ 2823079
AÑO 9	\$ 4559298	0,0260	\$ 118598	
AÑO 10	\$ 4967954	0,0173	\$ 86152	
PERÍODO DE RECUPERACIÓN PARA LA INVERSIÓN NETA =			8 AÑOS	NO SE ACEPTA EL PROYECTO

Para aplicar el método de probabilidad con el criterio del valor presente neto a este ejemplo, se ha simulado 200 veces el incremento en las ventas anuales respecto al período anterior, tomando en cuenta las relaciones del proyecto en situación ideal.

Al dividir el intervalo [-6200000,9200000] en 20 subintervalos iguales se obtiene:

intervalo	límite inferior	límite superior	frecuencia VPN	frecuencia acumulada VPN
1	\$ (6.200.000)	\$ (5.430.000)	8/200	0,040
2	\$ (5.430.000)	\$ (4.660.000)	13/200	0,105
3	\$ (4.660.000)	\$ (3.890.000)	8/200	0,145
4	\$ (3.890.000)	\$ (3.120.000)	10/200	0,195
5	\$ (3.120.000)	\$ (2.350.000)	6/200	0,225
6	\$ (2.350.000)	\$ (1.580.000)	11/200	0,280
7	\$ (1.580.000)	\$ (810.000)	10/200	0,330
8	\$ (810.000)	\$ (40.000)	13/200	0,395
9	\$ (40.000)	\$ 730.000	10/200	0,445
10	\$ 730.000	\$ 1.500.000	19/200	0,540
11	\$ 1.500.000	\$ 2.270.000	12/200	0,600
12	\$ 2.270.000	\$ 3.040.000	4/200	0,620
13	\$ 3.040.000	\$ 3.810.000	11/200	0,675
14	\$ 3.810.000	\$ 4.580.000	13/200	0,740
15	\$ 4.580.000	\$ 5.350.000	9/200	0,785
16	\$ 5.350.000	\$ 6.120.000	1/200	0,790
17	\$ 6.120.000	\$ 6.890.000	11/200	0,845
18	\$ 6.890.000	\$ 7.660.000	9/200	0,890
19	\$ 7.660.000	\$ 8.430.000	8/200	0,930
20	\$ 8.430.000	\$ 9.200.000	14/200	1,000

La media y la desviación estándar para el valor presente de este proyecto son:

$$\mu(VPN) = E(VPN) \approx \sum_{x=1}^N (VPN)_x (\text{probabilidad})_x = 1421230,893.$$

$$\sigma(VPN) = \sqrt{VAR(VPN)} \approx \sqrt{\sum_{x=1}^N [(VPN)_x - \mu(VPN)]^2 / (N - 1)} = 4396449,998.$$

Para definir el escenario más probable, se construye un intervalo de confianza del 50% alrededor de la media.¹⁵

$$P\left(-z_{\alpha/2} < \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{N}} < z_{\alpha/2}\right) = P\left(\mu - z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}} < \bar{x} < \mu + z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right) = 1 - \alpha$$

Sustituyendo $\bar{x} = 1421230,893$ $\sigma = 4396449,998$ $N = 200$ $z_{\alpha/2} = z_{0.25} = 0.6745$

$$P\left(1421230,893 - 0.6745 \cdot \frac{4396449,998}{\sqrt{200}} < \bar{x} < 1421230,893 + 0.6745 \cdot \frac{4396449,998}{\sqrt{200}}\right) = 1 - 0.5$$

Es decir, $\bar{x} \in (1211545.058, 1630916.728)$ con una probabilidad del 50%.

Para calcular la probabilidad del escenario pesimista, se calcula la probabilidad de que $\bar{x} \in (-6200000, 1211545.058)$, tomando en cuenta que la distribución muestral de \bar{x} para una muestra aleatoria de tamaño N tomada de una población normal con media μ y varianza σ^2 es una distribución normal con media μ y la varianza σ^2/N .

$$P(\bar{x} < 1211545.058) = \int_{-\infty}^{1211545,058} \frac{1}{(\sigma/\sqrt{N})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^2/(\sigma/\sqrt{N})^2} = 0.25$$

Análogamente, para la probabilidad del escenario optimista, se calcula la probabilidad de que $\bar{x} \in (1630916.728, 9200000)$.

$$P(\bar{x} > 1630916.728) = \int_{1630916,728}^{\infty} \frac{1}{(\sigma/\sqrt{N})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^2/(\sigma/\sqrt{N})^2} = 0.25$$

¹⁵ Para fines de este ejemplo se ha supuesto $\alpha = 50\%$ para el intervalo del escenario más probable.

A continuación, los siguientes intervalos del valor presente neto como escenarios respetando las relaciones del proyecto en situación ideal.

escenarios	incremento porcentual en las ventas anuales	valor presente neto
pesimista (25%)	[-0.049613%, 14.421505%]	[-6200000, 1211545.058]
más probable (50%)	[14.421505%, 15.240333%]	[1211545.058, 1630916.728]
optimista (25%)	(15.240333%, 30.019047%]	(1630916.728, 9200000]

Si el criterio del valor anual neto equivalente es utilizado se obtiene lo siguiente:

escenarios	incremento porcentual en las ventas anuales	valor anual neto equivalente (i=50%)
pesimista (25%)	[-0.049613%, 14.421505%]	[-3154734.646, 616468.253]
más probable (50%)	[14.421505%, 15.240333%]	[616468.253, 829856.372]
optimista (25%)	(15.240333%, 30.019047%]	(829856.372, 4681219.152]

$$\mu(VAE) = E(VAE) \approx \frac{\sum_{x=1}^N (VPN)_x (probabilidad)_x}{\sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}} = 723162,313.$$

$$\sigma(VAE) = \sqrt{VAR(VAE)} \approx \sqrt{\sum_{x=1}^N \left[\frac{(VPN)_x}{\sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}} - \mu(VAE)_x \right]^2 / (N-1)} = 2237037,601.$$

Este criterio es útil al comparar proyectos con distinta vida, además al seguir el VPN una distribución Normal se asegura la distribución Normal para el VAE.

APLICACIÓN DEL MÉTODO ESTADÍSTICO

EN SITUACIÓN IDEAL

PERÍODOS	XI	XI - E(X)	(XI - E(X))^2
AÑO 1	\$ 636254	\$ 215471	46427688811
AÑO 2	\$ 732948	\$ 312165	97447142474
AÑO 3	\$ 627290	\$ 206507	42645216125
AÑO 4	\$ 257254	\$ (163529)	26741693825
AÑO 5	\$ 531381	\$ 110598	12231990925
AÑO 6	\$ 424624	\$ 3841	14752389
AÑO 7	\$ 339143	\$ (81640)	6665010972
AÑO 8	\$ 270727	\$ (150056)	22516881802
AÑO 9	\$ 215990	\$ (204793)	41940062813
AÑO 10	\$ 172218	\$ (248565)	61784613921
SUMAS	\$ 4207828	\$ (0)	358415054056

PROMEDIO DE LOS FLUJOS = $11900000 / 10$ = \$ 420783
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR = $(3578601865356 / 10)^{0,5}$ = \$ 189318,5 NO SE ACEPTA EL PROYECTO
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN = $598214,2 / 1190000$ = 44,99% SE ACEPTA EL PROYECTO

CON SENSIBILIDAD

PERÍODOS	XI	XI - E(X)	(XI - E(X))^2
AÑO 1	\$ 501041	\$ 198258	39306385163
AÑO 2	\$ 623629	\$ 320846	102942121359
AÑO 3	\$ 501803	\$ 199020	39609052136
AÑO 4	\$ 122620	\$ (180162)	32458520002
AÑO 5	\$ 396791	\$ 94008	8837584526
AÑO 6	\$ 295822	\$ (6961)	48448714
AÑO 7	\$ 219476	\$ (83307)	6940033126
AÑO 8	\$ 161896	\$ (140887)	19849181337
AÑO 9	\$ 118598	\$ (184185)	33924135526
AÑO 10	\$ 86152	\$ (216631)	46928968376
SUMAS	\$ 3027829	\$ 0	330844430265

PROMEDIO DE LOS FLUJOS = $9538504 / 10$ = \$ 302782,9
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR = $(3373509871713 / 10)^{0,5}$ = \$ 181891,3 NO SE ACEPTA EL PROYECTO
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN = $580819,2 / 953850,4$ = 60,07% NO SE ACEPTA EL PROYECTO

No se acepta el proyecto debido al riesgo que comporta, pues es mayor tanto la desviación estándar como el coeficiente de variación, para flujos de efectivo entre los períodos, a los establecidos por la empresa.

4.2. Comparativo entre los proyectos de inversión

Es importante mencionar que en el nivel de profundidad perfil, se desechó la tercera opción que implica no implantar proyectos de inversión por el momento debido a que sin inversión, no se elevaría la producción y no se satisface la creciente demanda del producto, como consecuencia existirá una pérdida en las ventas y el valor presente neto sería negativo lo cual coloca en una clara desventaja a esta opción con respecto a los dos proyectos de inversión tomados en cuenta anteriormente.

A continuación se presenta una tabla comparativa con el método y los resultados numéricos obtenidos de los dos proyectos previamente analizados. Cabe mencionar que la inversión inicial neta para ambos proyectos es de \$ 2,700,000.

Criterio	Primer proyecto		Segundo proyecto	
	Situación ideal	Con sensibilidad	Situación ideal	Con sensibilidad
VPN	\$ 990,361	\$ 599,309	\$ 1,507,828	\$ 327,828
VAN	\$ 503,919	\$ 304,943	\$ 767,218	\$ 166,807
TIR	61.79%	57.38%	67.57%	54.41%
Razón beneficio-costos (índice neto)	1.3668	1.2220	1.5585	1.1214
Razón beneficio-costos (índice total)	1.1905	1.1231	1.2516	1.0661
Período de recuperación	6 años	7 años	5 años	8 años
Estadístico	Desviación estándar 148,546.10	Desviación estándar 139,287.40	Desviación estándar 189,318.50	Desviación estándar 302,782.90
	Coficiente de variación 40.25%	Coficiente de variación 42.22%	Coficiente de variación 44.99%	Coficiente de variación 60.07%

Cabe mencionar con respecto a la tabla anterior, que a pesar de ser el segundo proyecto de inversión más rentable según sus indicadores, habrá que tomar en cuenta el riesgo que comporta.

Criterio	Primer proyecto	Segundo proyecto
Método de probabilidad	$\mu(VPN) = 1,002,680.835$ $\sigma(VPN) = 607,476.293$	$\mu(VPN) = 1,421,230.893$ $\sigma(VPN) = 4,396,449.998$

Se observa un riesgo mucho mayor para la aplicación del segundo proyecto de inversión, y esto se refleja al tomar en cuenta el método de probabilidad, además el segundo criterio no cumple con las normas establecidas según el método estadístico para el coeficiente de variación al tomar en cuenta el segundo proyecto con sensibilidad.

Por lo tanto, se recomienda implantar el primer proyecto, puesto que con todos los criterios resulta suficientemente aceptable y posee menor riesgo.

Es importante destacar que en situación ideal el segundo proyecto parece una mejor opción que el primero, sin embargo cuando se analiza el factor riesgo, la decisión dependerá de la aversión al riesgo que tenga el inversionista y de las metas, condiciones y criterios de decisión marcados por la empresa. Un proyecto con un alto riesgo, aún en el mas pesimista de los casos puede ser mejor que otro con un menor grado de riesgo, sin embargo esto no siempre es cierto al evaluar proyectos de inversión tal como puede apreciarse en este caso.

CONCLUSIONES

La teoría general de proyectos de inversión es una herramienta indispensable para aplicar las técnicas que dan una opinión fundamentada acerca de la rentabilidad que pudiera generarse.

Para poder aplicar correctamente los criterios es necesario estimar correctamente los flujos de efectivo, particularmente al evaluar el riesgo.

Las técnicas de simulación y la sensibilidad de variables inmersas en el proyecto de inversión son reveladoras al obtener los flujos de efectivo y analizar el factor riesgo puesto que de esta manera no se destinan recursos y se puede pronosticar como se comportaría un proyecto de inversión si se hiciera tal o cual acción o si cambiara alguna de las variables que se usan para obtener los flujos de efectivo para evaluar correctamente el proyecto de inversión.

En nuestro caso práctico el proyecto analizado resultó ser mejor para la primera opción que se refiere a lanzar dos nuevos productos al mercado a el hecho de dar incentivos de ventas a productos ya existentes, según los estudios realizados, además nuestro segundo proyecto de inversión no cumple con las reglas establecidas por la empresa al aplicar sensibilidad como se puede apreciar en el método estadístico.

El estudio financiero aquí mostrado se hace para cada una de las técnicas de evaluación en proyectos de inversión, cada una aporta información adicional a modo que se elija la solución mas conveniente y rentable posible.

Al comparar las dos alternativas posibles en nuestro ejemplo de proyecto de inversión se observa la importancia del análisis de riesgo al tomar en cuenta la sensibilidad, es decir hasta dónde puede variar el resultado ante los cambios de cualquier variable relevante, de hecho se observa un riesgo mucho mayor en la segunda opción al contemplar el incremento de incentivos para la venta de productos ya existentes que para primera opción que es la introducción de nuevos productos al mercado.

Lo anterior se hace evidente al ver que el VPN del primer proyecto es de \$990,361 y el del segundo proyecto es de \$1,507,828. Lo cual haría parecer que el segundo proyecto es mejor que el primero, sin embargo al hacer el análisis de sensibilidad se observa que el VPN del primer proyecto es de \$599,309 y el del segundo proyecto de \$327,828 resultando mejor el primer proyecto, por lo mismo al aplicar sensibilidad a los demás criterios de evaluación se obtuvieron resultados similares.

Se concluye que el análisis de factor riesgo es importante para la toma de decisiones según los estándares de la empresa y los resultados en los criterios de evaluación de proyectos de inversión.

El análisis realizado es una recomendación bien fundamentada para que con base a ello se tome una buena decisión, claro está que la decisión final depende en buena parte de que aversión al riesgo tenga el inversionista, de los diversos puntos de vista que pudieran surgir y de las restricciones.

Como por lo general existen muchas variables que afectan a los flujos de efectivo futuros, se debe tomar en cuenta aquellas que son relevantes o que pudieran cambiar el resultado de los indicadores con una variación posible.

Se observa que aunque un proyecto pueda tener mayor valor presente neto que otro, esto no es concluyente en la decisión puesto que los demás criterios de evaluación de proyectos de inversión aportan información adicional para la toma de decisiones. Además el factor riesgo es algo que hay que tomar en cuenta si se desea reducir la probabilidad de errar al evaluar proyectos.

Se aprecia por lo tanto que es mejor implantar el primer proyecto: Introducción de los dos nuevos productos al mercado que el de Incentivos para ventas de productos ya existentes que consiste en pagar comisiones según el análisis realizado.

ANEXO

MODELO PROGRAMÁTICO DEL PROCESO DE INVERSIÓN

ETAPAS	FASES DE DESARROLLO	FINALIDAD	CONTENIDO	RESULTADO	NIVEL DE ESTUDIOS	TIPO DE ESTUDIOS
PRE INVERSIÓN	IDENTIFICACIÓN	DETECTAR NECESIDADES Y RECURSOS PARA BUSCAR SU SATISFACCIÓN Y APROVECHAMIENTO EFICIENTE	DIAGNÓSTICO, PRONÓSTICO E IMAGEN OBJETIVO	LAS ESTRATEGIAS Y LINEAMIENTOS DE ACCIÓN	- GRAN VISIÓN	- REGIONAL - SECTORIAL - PROGRAMA DE INVERSIÓN - PLAN MAESTRO
	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	GENERAR, SELECCIONAR OPCIONES Y DETERMINARLA MÁS EFICIENTE PARA SATISFACER UNA NECESIDAD ESPECIFICA O APROVECHAR UN RECURSO	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE OPCIONES	LA OPCIÓN ÓPTIMA Y SU VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA	- PERFIL - PREFACTIBILIDAD - FACTIBILIDAD	- MERCADO - TÉCNICO - TECNOLÓGICO - FINANCIERO - EVALUACIÓN - ORGANIZACIÓN
	INGENIERÍA DEL PROYECTO	CONTAR CON LOS ELEMENTOS DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ESPECIFICACIONES NECESARIOS	DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	MEMORIAS DE CÁLCULO, DISEÑO, ESPECIFICACIONES Y PLANOS	- PROYECTO DEFINITIVO DE INGENIERÍA	- INGENIERÍA BÁSICA - INGENIERÍA DE DETALLE
DECISIÓN	GESTIÓN DE LOS RECURSOS	DEFINIR EL TIPO DE AGRUPACIÓN SOCIAL, FORMALIZARLA Y OBTENER LOS RECURSOS	NEGOCIACIONES JURÍDICAS, FINANCIERAS Y LABORALES	LA CAPACIDAD JURÍDICA Y LOS RECURSOS REQUERIDOS POR LA INVERSIÓN	- ASESORÍA	- FINANCIERO - JURÍDICO - LABORAL
INVERSIÓN	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	DISPONER DE LOS RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS	PROGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y MONTAJE; RECLUTAMIENTO, SELECCIÓN Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS. PRUEBAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA, LABORAL Y DIRECTIVA; Y AJUSTES DE MAQUINARIA Y EQUIPO	- PLAN DE EJECUCIÓN	PROGRAMA - CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y MONTAJE - ADQUISICIONES - FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS - FINANCIERO - PUESTA EN MARCHA
RECUPERACIÓN	OPERACIÓN Y DIRECCIÓN	GENERAR EFICIENTEMENTE BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES	PLANEACIÓN, ORGANIZACIÓN, DIRECCIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL	LA PRODUCCIÓN DE SATISFACTORES EFICACES	- OPTIMIZACIÓN	- EFICIENCIA DE PROCESO - ASEGURAMIENTO DE CALIDAD - SIST. Y PROC. - DESARROLLO ORGANIZACIONAL - PLANEACIÓN FINANCIERA - MERCADOTECNIA - PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

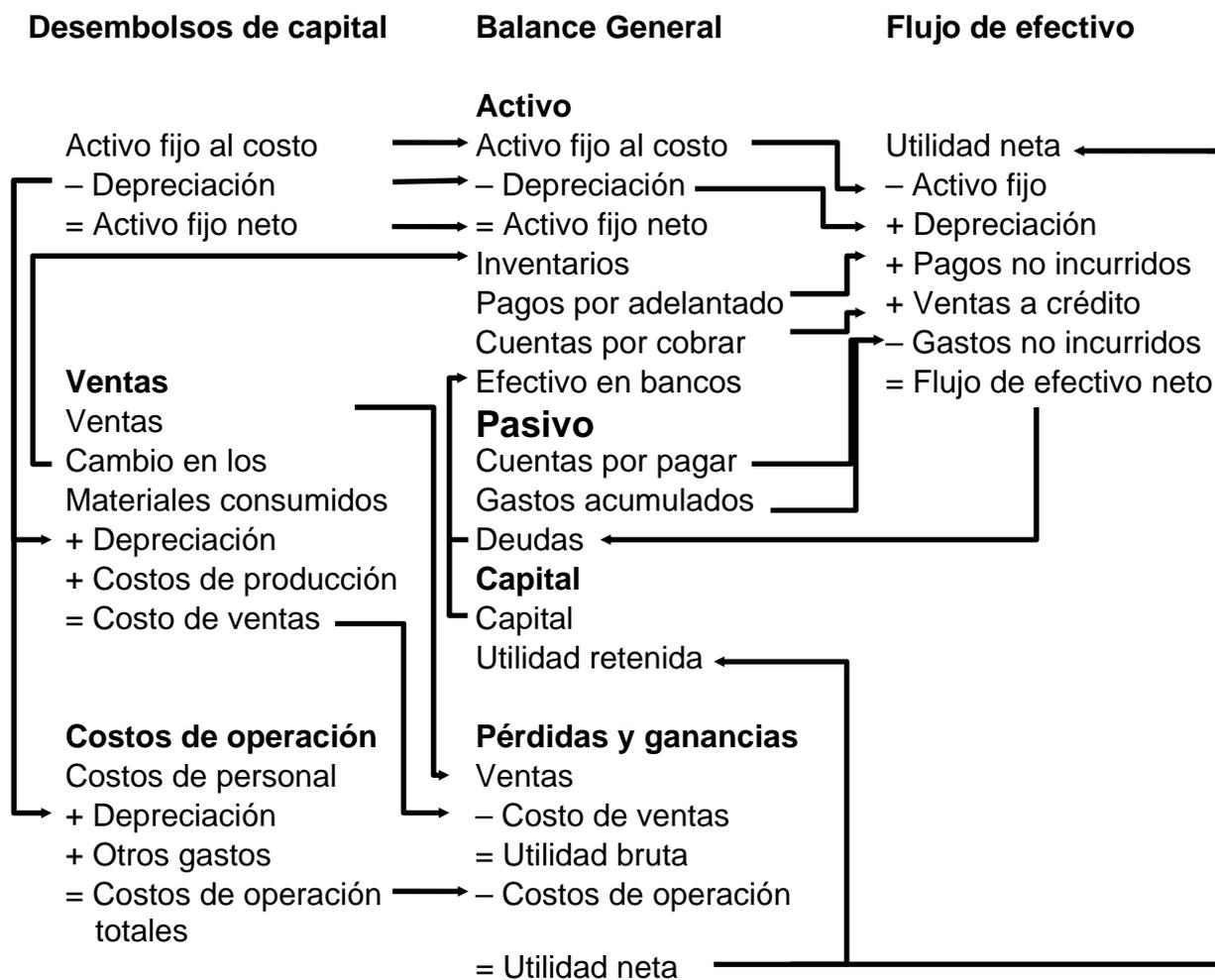
**COMPARATIVO DE LOS TÉRMINOS UTILIZADOS EN EL PROCESO
DE INVERSIÓN POR DIVERSAS INSTITUCIONES**

ETAPAS	FASES	ONU	ILPES	OCIDE - CEMLA	FONEP	UNIVERSIDAD DE BRADFORD	ONU
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	PLANES Y PROGRAMAS (IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS)	ESTUDIOS DE OPORTUNIDAD	POLÍTICA PLANIFICADORA DE DESARROLLO	PLANES, SELECCIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS	ENTORNO	- MEDIO AMBIENTE DEL PROYECTO. - PLANES NACIONALES. - OBJETIVOS SOCIOECONÓMICOS	PROGRAMA GLOBAL DE DESARROLLO
		ESTUDIOS DE OPORTUNIDAD GENERALES: A) ÁMBITO REGIONAL B) SUBSECTORIALES C) RECURSOS	SITUACIÓN PROBLEMA	PREPARACIÓN DE VARIAS SOLUCIONES ALTERNATIVAS	- REGIONAL - SECTORIAL - PROGRAMA DE INVERSIÓN - PLAN MAESTRO	PLANES SECTORIALES Y REGIONALES	- ESTUDIOS SECTORIALES Y DE MERCADO. - ESTUDIOS PARA APROVECHAR RECURSOS NATURALES. - SELECCIÓN DE PROYECTOS.
PREINVERSIÓN (FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN EX - ANTE)	FORMULACIÓN (PREPARACIÓN)	ESTUDIOS DE OPORTUNIDAD DE PROYECTOS CONCRETOS	IDEA IDENTIFICADA		IDENTIFICACIÓN (GRAN VISIÓN)	ELABORACIÓN PRELIMINAR	PREPARACIÓN Y ELABORACIÓN DE ANTEPROYECTOS
		ESTUDIOS DE PREVIABILIDAD	ANTEPROYECTO PRELIMINAR	CORTEJO DE LAS SOLUCIONES Y SELECCIÓN DE UNA DE ELLAS	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN: - PERFIL - PREFACTIBILIDAD - FACTIBILIDAD	PREPARACIÓN DETALLADA DE LAS ALTERNATIVAS VIABLES	PREPARACIÓN DE PROYECTOS FINALES
		ESTUDIOS DE VIABILIDAD	ANTEPROYECTO DEFINIDO			ELABORACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA, ORGANIZACIONAL Y SOCIAL DETALLADA	
					INGENIERÍA DEL PROYECTO (DISEÑO DEFINITIVO DE INGENIERÍA)		
DECISIÓN DE INVERTIR O NO (EVALUACIÓN EX - ANTE)	EVALUACIÓN FINAL Y DECISIÓN DE INVERTIR (EVALUACIÓN EX - ANTE)	EVALUACIÓN Y DECISIÓN DE INVERTIR EN ESTUDIOS MÁS PROFUNDOS	EVALUACIÓN	GESTIÓN DE LOS RECURSOS: - ASESORÍA	- EVALUACIÓN DE PROYECTOS - NEGOCIACIONES FINALES	CALIFICACIÓN DE PRIORIDADES ENTRE LOS PROYECTOS ESTUDIADOS	
INVERSIÓN	EJECUCIÓN	EJECUCIÓN: - PLAN DEL PROYECTO Y DISEÑOS TÉCNICOS - NEGOCIACIONES Y CELEBRACIÓN DE CONTRATOS - CONSTRUCCIÓN	PROYECTO DEFINITIVO DE INGENIERÍA DE EJECUCIÓN	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA - PLAN DE EJECUCIÓN	- CONSTRUCCIÓN - EJECUCIÓN	MONTAJE DE LAS NUEVAS UNIDADES PRODUCTIVAS
OPERACIÓN	OPERACIÓN	OPERACIONAL: A) CAPACITACIÓN B) PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA	PUESTA EN MARCHA		DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN: - OPTIMIZACIÓN	OPERACIÓN	PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO NORMAL DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (EVALUACIÓN EX - POST)		EVALUACIÓN EX - POST			EVALUACIÓN EX - POST		

RELACIONES FINANCIERAS MANIFIESTAS

El siguiente cuadro muestra las relaciones entre tres grupos de transacciones, desembolsos de capital, ventas y costos de operación con los estados financieros.

Todas las cuentas muestran flujos en el tiempo, excepto el balance general, que muestra los saldos a ciertas fechas. Los cambios que, entre una fecha y otra, aparecen en el balance general, revelan la existencia de flujos.



DATOS ORDENADOS RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN
PARA EL VALOR PRESENTE NETO

	valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto
1	\$ (1.019.800)	51	\$ 352.595	101	\$ 2.183.693	151	\$ 4.354.451	201	\$ 6.715.740
2	\$ (1.015.012)	52	\$ 373.557	102	\$ 2.189.459	152	\$ 4.373.009	202	\$ 6.812.159
3	\$ (1.013.978)	53	\$ 375.698	103	\$ 2.253.372	153	\$ 4.417.252	203	\$ 6.830.714
4	\$ (975.472)	54	\$ 409.313	104	\$ 2.282.345	154	\$ 4.427.600	204	\$ 6.924.341
5	\$ (945.854)	55	\$ 425.442	105	\$ 2.340.374	155	\$ 4.471.086	205	\$ 7.035.427
6	\$ (938.768)	56	\$ 426.807	106	\$ 2.375.226	156	\$ 4.534.324	206	\$ 7.230.642
7	\$ (916.794)	57	\$ 427.338	107	\$ 2.438.150	157	\$ 4.534.576	207	\$ 7.302.206
8	\$ (894.823)	58	\$ 467.260	108	\$ 2.489.945	158	\$ 4.540.933	208	\$ 7.332.800
9	\$ (887.850)	59	\$ 478.111	109	\$ 2.491.001	159	\$ 4.566.032	209	\$ 7.358.744
10	\$ (846.272)	60	\$ 486.422	110	\$ 2.570.312	160	\$ 4.600.580	210	\$ 7.387.703
11	\$ (844.571)	61	\$ 510.488	111	\$ 2.637.335	161	\$ 4.624.160	211	\$ 7.481.306
12	\$ (843.941)	62	\$ 525.643	112	\$ 2.690.393	162	\$ 4.729.251	212	\$ 7.574.751
13	\$ (841.145)	63	\$ 544.271	113	\$ 2.745.408	163	\$ 4.748.454	213	\$ 7.633.965
14	\$ (810.004)	64	\$ 551.851	114	\$ 2.777.207	164	\$ 4.757.733	214	\$ 7.697.080
15	\$ (796.291)	65	\$ 677.514	115	\$ 2.831.459	165	\$ 4.807.665	215	\$ 7.739.586
16	\$ (748.008)	66	\$ 700.959	116	\$ 2.870.008	166	\$ 4.831.251	216	\$ 7.774.215
17	\$ (737.893)	67	\$ 706.996	117	\$ 3.054.206	167	\$ 4.831.712	217	\$ 7.799.743
18	\$ (717.393)	68	\$ 750.445	118	\$ 3.058.473	168	\$ 4.835.919	218	\$ 7.831.437
19	\$ (682.833)	69	\$ 849.174	119	\$ 3.080.502	169	\$ 4.838.859	219	\$ 7.857.685
20	\$ (648.473)	70	\$ 872.220	120	\$ 3.089.566	170	\$ 4.875.335	220	\$ 7.993.133
21	\$ (540.336)	71	\$ 891.108	121	\$ 3.191.448	171	\$ 4.916.532	221	\$ 8.217.149
22	\$ (536.003)	72	\$ 911.003	122	\$ 3.193.261	172	\$ 5.033.467	222	\$ 8.244.693
23	\$ (513.986)	73	\$ 941.022	123	\$ 3.214.106	173	\$ 5.160.803	223	\$ 8.279.383
24	\$ (480.790)	74	\$ 974.110	124	\$ 3.216.632	174	\$ 5.190.078	224	\$ 8.290.427
25	\$ (443.170)	75	\$ 997.132	125	\$ 3.277.878	175	\$ 5.244.244	225	\$ 8.376.874
26	\$ (366.441)	76	\$ 1.049.770	126	\$ 3.338.333	176	\$ 5.275.657	226	\$ 8.521.633
27	\$ (306.532)	77	\$ 1.066.261	127	\$ 3.424.726	177	\$ 5.367.185	227	\$ 8.543.945
28	\$ (306.008)	78	\$ 1.162.292	128	\$ 3.453.538	178	\$ 5.418.146	228	\$ 8.553.722
29	\$ (293.318)	79	\$ 1.175.210	129	\$ 3.496.989	179	\$ 5.460.223	229	\$ 8.620.166
30	\$ (285.609)	80	\$ 1.243.495	130	\$ 3.517.161	180	\$ 5.562.614	230	\$ 8.621.479
31	\$ (276.097)	81	\$ 1.279.571	131	\$ 3.558.873	181	\$ 5.580.965	231	\$ 8.654.479
32	\$ (261.112)	82	\$ 1.284.487	132	\$ 3.576.102	182	\$ 5.607.029	232	\$ 8.754.200
33	\$ (238.991)	83	\$ 1.330.951	133	\$ 3.626.099	183	\$ 5.684.228	233	\$ 8.793.402
34	\$ (214.051)	84	\$ 1.335.416	134	\$ 3.653.762	184	\$ 5.820.830	234	\$ 8.909.703
35	\$ (170.139)	85	\$ 1.368.135	135	\$ 3.661.717	185	\$ 5.830.085	235	\$ 8.911.056
36	\$ (158.401)	86	\$ 1.374.998	136	\$ 3.681.014	186	\$ 5.881.284	236	\$ 8.983.765
37	\$ (41.323)	87	\$ 1.426.877	137	\$ 3.733.181	187	\$ 5.906.487	237	\$ 8.989.783
38	\$ (21.872)	88	\$ 1.455.782	138	\$ 3.734.089	188	\$ 5.972.419	238	\$ 9.024.211
39	\$ (20.349)	89	\$ 1.480.257	139	\$ 3.752.264	189	\$ 5.982.563	239	\$ 9.035.646
40	\$ 19.433	90	\$ 1.481.859	140	\$ 3.852.383	190	\$ 6.020.124	240	\$ 9.052.100
41	\$ 29.491	91	\$ 1.510.252	141	\$ 3.865.977	191	\$ 6.021.027	241	\$ 9.180.166
42	\$ 134.236	92	\$ 1.659.633	142	\$ 3.906.219	192	\$ 6.054.248	242	\$ 9.209.266
43	\$ 145.756	93	\$ 1.685.614	143	\$ 3.926.520	193	\$ 6.305.048	243	\$ 9.209.430
44	\$ 183.246	94	\$ 1.716.506	144	\$ 3.935.295	194	\$ 6.451.249	244	\$ 9.340.818
45	\$ 193.229	95	\$ 1.723.289	145	\$ 3.943.174	195	\$ 6.526.066	245	\$ 9.381.864
46	\$ 284.987	96	\$ 1.810.664	146	\$ 4.176.151	196	\$ 6.591.288	246	\$ 9.429.420
47	\$ 293.745	97	\$ 1.870.756	147	\$ 4.215.033	197	\$ 6.612.861	247	\$ 9.437.950
48	\$ 299.396	98	\$ 1.955.674	148	\$ 4.220.113	198	\$ 6.626.587	248	\$ 9.553.142
49	\$ 322.953	99	\$ 1.965.467	149	\$ 4.251.520	199	\$ 6.680.705	249	\$ 9.765.587
50	\$ 345.205	100	\$ 2.083.212	150	\$ 4.326.156	200	\$ 6.701.154	250	\$ 9.875.097

DATOS ORDENADOS RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN
PARA EL VALOR PRESENTE NETO (CONTINUACIÓN)

	valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto		valor presente neto
251	\$ 9.886.524	301	\$ 13.328.456	351	\$ 16.343.425	401	\$ 20.556.108	451	\$ 24.939.652
252	\$ 9.971.459	302	\$ 13.463.724	352	\$ 16.444.298	402	\$ 20.699.495	452	\$ 25.087.275
253	\$ 9.973.770	303	\$ 13.522.974	353	\$ 16.661.057	403	\$ 20.741.207	453	\$ 25.235.989
254	\$ 10.017.357	304	\$ 13.567.786	354	\$ 16.732.893	404	\$ 21.020.909	454	\$ 25.303.028
255	\$ 10.024.948	305	\$ 13.572.030	355	\$ 16.784.601	405	\$ 21.157.605	455	\$ 25.337.025
256	\$ 10.109.528	306	\$ 13.588.504	356	\$ 16.834.227	406	\$ 21.222.101	456	\$ 25.394.863
257	\$ 10.133.234	307	\$ 13.661.304	357	\$ 16.842.057	407	\$ 21.294.771	457	\$ 25.844.307
258	\$ 10.381.027	308	\$ 13.685.230	358	\$ 16.909.884	408	\$ 21.398.483	458	\$ 25.947.362
259	\$ 10.491.749	309	\$ 13.810.437	359	\$ 17.020.039	409	\$ 21.415.163	459	\$ 26.053.198
260	\$ 10.621.589	310	\$ 13.844.999	360	\$ 17.212.014	410	\$ 21.423.385	460	\$ 26.073.368
261	\$ 10.758.899	311	\$ 13.978.741	361	\$ 17.217.478	411	\$ 21.483.084	461	\$ 26.088.233
262	\$ 10.782.831	312	\$ 13.979.040	362	\$ 17.285.086	412	\$ 21.543.906	462	\$ 26.100.223
263	\$ 10.804.018	313	\$ 14.024.085	363	\$ 17.362.504	413	\$ 21.636.010	463	\$ 26.133.548
264	\$ 10.911.437	314	\$ 14.106.459	364	\$ 17.370.739	414	\$ 21.661.560	464	\$ 26.172.827
265	\$ 11.002.353	315	\$ 14.328.866	365	\$ 17.492.078	415	\$ 21.703.400	465	\$ 26.201.891
266	\$ 11.059.149	316	\$ 14.342.436	366	\$ 17.659.565	416	\$ 21.715.458	466	\$ 26.251.685
267	\$ 11.087.406	317	\$ 14.364.412	367	\$ 17.719.105	417	\$ 21.950.058	467	\$ 26.296.405
268	\$ 11.095.067	318	\$ 14.368.780	368	\$ 17.786.118	418	\$ 22.012.396	468	\$ 26.590.635
269	\$ 11.100.344	319	\$ 14.585.667	369	\$ 18.107.572	419	\$ 22.175.454	469	\$ 26.648.334
270	\$ 11.167.677	320	\$ 14.589.886	370	\$ 18.116.139	420	\$ 22.236.717	470	\$ 26.659.385
271	\$ 11.170.338	321	\$ 14.590.645	371	\$ 18.247.775	421	\$ 22.241.652	471	\$ 26.674.638
272	\$ 11.235.634	322	\$ 14.595.210	372	\$ 18.301.255	422	\$ 22.374.067	472	\$ 26.716.076
273	\$ 11.263.330	323	\$ 14.705.562	373	\$ 18.339.363	423	\$ 22.378.447	473	\$ 26.734.383
274	\$ 11.295.760	324	\$ 14.713.548	374	\$ 18.453.897	424	\$ 22.382.967	474	\$ 26.872.004
275	\$ 11.306.124	325	\$ 14.834.406	375	\$ 18.458.840	425	\$ 22.465.288	475	\$ 26.894.262
276	\$ 11.336.016	326	\$ 14.938.492	376	\$ 18.773.094	426	\$ 22.582.483	476	\$ 26.906.746
277	\$ 11.378.803	327	\$ 14.991.172	377	\$ 18.800.852	427	\$ 22.607.418	477	\$ 26.940.296
278	\$ 11.481.841	328	\$ 14.991.805	378	\$ 18.882.055	428	\$ 22.701.270	478	\$ 26.965.191
279	\$ 11.711.928	329	\$ 15.279.402	379	\$ 18.967.762	429	\$ 22.762.562	479	\$ 27.090.872
280	\$ 11.725.875	330	\$ 15.314.619	380	\$ 18.988.352	430	\$ 22.842.888	480	\$ 27.261.501
281	\$ 11.754.241	331	\$ 15.366.260	381	\$ 19.077.279	431	\$ 23.142.958	481	\$ 27.325.953
282	\$ 11.755.994	332	\$ 15.415.108	382	\$ 19.148.632	432	\$ 23.197.839	482	\$ 27.409.151
283	\$ 11.805.117	333	\$ 15.435.879	383	\$ 19.168.856	433	\$ 23.215.041	483	\$ 27.518.447
284	\$ 11.812.565	334	\$ 15.448.076	384	\$ 19.170.028	434	\$ 23.448.230	484	\$ 27.557.669
285	\$ 11.869.373	335	\$ 15.470.160	385	\$ 19.225.977	435	\$ 23.454.933	485	\$ 27.630.704
286	\$ 11.997.113	336	\$ 15.492.150	386	\$ 19.303.187	436	\$ 23.551.441	486	\$ 27.817.150
287	\$ 12.146.278	337	\$ 15.529.200	387	\$ 19.314.298	437	\$ 23.695.969	487	\$ 28.037.007
288	\$ 12.204.696	338	\$ 15.535.890	388	\$ 19.330.682	438	\$ 23.721.262	488	\$ 28.099.072
289	\$ 12.243.578	339	\$ 15.673.145	389	\$ 19.341.356	439	\$ 23.978.668	489	\$ 28.161.628
290	\$ 12.266.960	340	\$ 15.709.964	390	\$ 19.459.407	440	\$ 23.992.783	490	\$ 28.589.732
291	\$ 12.373.033	341	\$ 15.741.549	391	\$ 19.478.251	441	\$ 24.005.223	491	\$ 28.739.667
292	\$ 12.467.918	342	\$ 15.747.853	392	\$ 19.680.463	442	\$ 24.088.714	492	\$ 28.753.758
293	\$ 12.634.268	343	\$ 15.752.861	393	\$ 19.712.939	443	\$ 24.112.681	493	\$ 28.829.331
294	\$ 12.666.000	344	\$ 16.029.924	394	\$ 19.976.050	444	\$ 24.242.858	494	\$ 29.203.544
295	\$ 12.733.095	345	\$ 16.079.674	395	\$ 19.992.077	445	\$ 24.363.041	495	\$ 29.229.095
296	\$ 12.962.758	346	\$ 16.087.582	396	\$ 20.020.426	446	\$ 24.439.870	496	\$ 29.293.662
297	\$ 12.977.824	347	\$ 16.193.535	397	\$ 20.132.314	447	\$ 24.644.411	497	\$ 29.510.894
298	\$ 13.116.359	348	\$ 16.258.129	398	\$ 20.168.856	448	\$ 24.707.189	498	\$ 29.554.263
299	\$ 13.296.459	349	\$ 16.291.141	399	\$ 20.439.807	449	\$ 24.778.517	499	\$ 30.009.035
300	\$ 13.298.003	350	\$ 16.321.734	400	\$ 20.446.908	450	\$ 24.785.276	500	\$ 30.055.587

TABLA DE VALORES PARA LA DISTRIBUCIÓN NORMAL

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.0368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Asimismo, para $z=4.0$, 5.0 y 6.0 , las probabilidades son 0.49997 , 0.4999997 y 0.499999999 .

DATOS RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN PARA LAS VENTAS DEL PRODUCTO A.

	ventas del producto A	valor presente neto		ventas del producto A	valor presente neto		ventas del producto A	valor presente neto		ventas del producto A	valor presente neto
1	\$ 198.594	\$ 131.445	51	\$ 364.319	\$ 368.131	101	\$ 1.124.165	\$ 1.453.327	151	\$ 995.003	\$ 1.268.860
2	\$ 1.049.166	\$ 1.346.215	52	\$ 1.392.969	\$ 1.837.226	102	\$ 1.189.678	\$ 1.546.891	152	\$ 1.435.667	\$ 1.898.208
3	\$ 1.227.724	\$ 1.601.227	53	\$ 1.381.928	\$ 1.821.458	103	\$ 412.429	\$ 436.840	153	\$ 610.239	\$ 719.349
4	\$ 155.901	\$ 70.472	54	\$ 776.808	\$ 957.238	104	\$ 546.601	\$ 628.462	154	\$ 909.972	\$ 1.147.421
5	\$ 478.408	\$ 531.071	55	\$ 1.127.608	\$ 1.458.244	105	\$ 487.698	\$ 544.337	155	\$ 979.316	\$ 1.246.456
6	\$ 153.440	\$ 66.958	56	\$ 1.395.016	\$ 1.840.151	106	\$ 357.342	\$ 358.165	156	\$ 1.411.222	\$ 1.863.295
7	\$ 118.285	\$ 16.750	57	\$ 486.976	\$ 543.306	107	\$ 1.483.084	\$ 1.965.928	157	\$ 1.394.417	\$ 1.839.294
8	\$ 751.541	\$ 921.153	58	\$ 270.673	\$ 234.387	108	\$ 1.364.643	\$ 1.796.772	158	\$ 198.097	\$ 130.736
9	\$ 854.304	\$ 1.067.917	59	\$ 341.378	\$ 335.367	109	\$ 468.121	\$ 516.379	159	\$ 370.755	\$ 377.323
10	\$ 412.827	\$ 437.409	60	\$ 150.248	\$ 62.399	110	\$ 1.350.937	\$ 1.777.197	160	\$ 183.037	\$ 109.228
11	\$ 259.812	\$ 218.875	61	\$ 976.291	\$ 1.242.136	111	\$ 299.971	\$ 276.231	161	\$ 913.099	\$ 1.151.886
12	\$ 1.505.693	\$ 1.998.216	62	\$ 1.117.045	\$ 1.443.158	112	\$ 1.006.593	\$ 1.285.412	162	\$ 876.435	\$ 1.099.524
13	\$ 741.015	\$ 906.120	63	\$ 1.278.439	\$ 1.673.658	113	\$ 425.795	\$ 455.930	163	\$ 702.993	\$ 851.817
14	\$ 1.104.306	\$ 1.424.964	64	\$ 1.100.110	\$ 1.418.971	114	\$ 184.199	\$ 110.887	164	\$ 188.919	\$ 117.628
15	\$ 804.414	\$ 996.665	65	\$ 205.652	\$ 141.525	115	\$ 1.116.630	\$ 1.442.565	165	\$ 1.260.595	\$ 1.648.173
16	\$ 575.512	\$ 669.751	66	\$ 346.117	\$ 342.136	116	\$ 1.403.941	\$ 1.852.896	166	\$ 897.918	\$ 1.130.206
17	\$ 142.381	\$ 51.164	67	\$ 481.914	\$ 536.077	117	\$ 1.308.854	\$ 1.717.095	167	\$ 229.202	\$ 175.160
18	\$ 736.497	\$ 899.667	68	\$ 972.240	\$ 1.236.350	118	\$ 114.685	\$ 11.608	168	\$ 572.723	\$ 665.768
19	\$ 142.737	\$ 51.672	69	\$ 539.816	\$ 618.771	119	\$ 403.338	\$ 423.857	169	\$ 760.480	\$ 933.920
20	\$ 1.435.177	\$ 1.897.507	70	\$ 1.070.210	\$ 1.376.270	120	\$ 892.685	\$ 1.122.732	170	\$ 418.991	\$ 446.212
21	\$ 1.396.963	\$ 1.842.931	71	\$ 643.709	\$ 767.149	121	\$ 645.345	\$ 769.486	171	\$ 574.950	\$ 668.949
22	\$ 1.403.057	\$ 1.851.634	72	\$ 522.069	\$ 593.426	122	\$ 1.190.926	\$ 1.548.673	172	\$ 228.365	\$ 173.965
23	\$ 1.031.047	\$ 1.320.337	73	\$ 425.762	\$ 455.883	123	\$ 1.466.179	\$ 1.941.783	173	\$ 756.621	\$ 928.407
24	\$ 1.126.151	\$ 1.456.163	74	\$ 1.258.724	\$ 1.645.500	124	\$ 580.035	\$ 676.211	174	\$ 324.467	\$ 311.215
25	\$ 1.083.525	\$ 1.395.285	75	\$ 724.864	\$ 883.053	125	\$ 1.153.095	\$ 1.494.643	175	\$ 711.580	\$ 864.081
26	\$ 1.167.549	\$ 1.515.287	76	\$ 726.066	\$ 884.770	126	\$ 1.026.885	\$ 1.314.393	176	\$ 500.773	\$ 563.011
27	\$ 146.137	\$ 56.528	77	\$ 1.332.045	\$ 1.750.216	127	\$ 863.525	\$ 1.081.087	177	\$ 1.332.074	\$ 1.750.258
28	\$ 1.217.913	\$ 1.587.216	78	\$ 1.010.622	\$ 1.291.166	128	\$ 1.348.347	\$ 1.773.498	178	\$ 1.304.438	\$ 1.710.788
29	\$ 434	\$ 468.276	79	\$ 783.651	\$ 967.011	129	\$ 1.470.394	\$ 1.947.803	179	\$ 157.808	\$ 73.196
30	\$ 1.061	\$ 1.363.709	80	\$ 1.116.103	\$ 1.441.813	130	\$ 1.364.643	\$ 1.796.772	180	\$ 1.006.500	\$ 1.285.280
31	\$ 1.095	\$ 1.411.984	81	\$ 433.051	\$ 466.292	131	\$ 470.419	\$ 519.661	181	\$ 918.539	\$ 1.159.656
32	\$ 1.169	\$ 1.517.664	82	\$ 1.417.364	\$ 1.872.067	132	\$ 115.616	\$ 12.938	182	\$ 1.089.358	\$ 1.403.616
33	\$ 1.086	\$ 1.399.185	83	\$ 1.504.306	\$ 1.996.236	133	\$ 1.144.414	\$ 1.482.246	183	\$ 1.045.017	\$ 1.340.289
34	\$ 1.378	\$ 1.815.961	84	\$ 1.125.365	\$ 1.455.041	134	\$ 1.197.973	\$ 1.558.737	184	\$ 1.084.403	\$ 1.396.540
35	\$ 788	\$ 972.911	85	\$ 372.976	\$ 380.495	135	\$ 653.960	\$ 781.790	185	\$ 1.395.993	\$ 1.841.546
36	\$ 1.077	\$ 1.386.078	86	\$ 988.952	\$ 1.260.219	136	\$ 371.200	\$ 377.957	186	\$ 277.578	\$ 244.249
37	\$ 876	\$ 1.098.867	87	\$ 828.175	\$ 1.030.600	137	\$ 346.828	\$ 343.150	187	\$ 943.219	\$ 1.194.903
38	\$ 382	\$ 392.980	88	\$ 1.471.539	\$ 1.949.438	138	\$ 454.963	\$ 497.587	188	\$ 1.205.422	\$ 1.569.376
39	\$ 1.420	\$ 1.875.757	89	\$ 1.405.868	\$ 1.855.649	139	\$ 962.254	\$ 1.222.088	189	\$ 992.900	\$ 1.265.856
40	\$ 272	\$ 235.715	90	\$ 633.765	\$ 752.948	140	\$ 493.822	\$ 553.083	190	\$ 383.132	\$ 394.999
41	\$ 1.074	\$ 1.381.781	91	\$ 896.756	\$ 1.128.546	141	\$ 285.497	\$ 255.559	191	\$ 1.303.314	\$ 1.709.183
42	\$ 735	\$ 896.877	92	\$ 1.417.948	\$ 1.872.901	142	\$ 291.326	\$ 263.883	192	\$ 325.673	\$ 312.937
43	\$ 564	\$ 652.696	93	\$ 233.024	\$ 180.618	143	\$ 120.915	\$ 20.505	193	\$ 1.349.231	\$ 1.774.761
44	\$ 494	\$ 553.325	94	\$ 295.292	\$ 269.548	144	\$ 1.371.668	\$ 1.806.806	194	\$ 355.066	\$ 354.916
45	\$ 547	\$ 628.908	95	\$ 1.263.394	\$ 1.652.170	145	\$ 849.333	\$ 1.060.818	195	\$ 144.985	\$ 54.882
46	\$ 755	\$ 926.745	96	\$ 378.297	\$ 388.094	146	\$ 605.931	\$ 713.196	196	\$ 1.102.551	\$ 1.422.458
47	\$ 1.496	\$ 1.984.874	97	\$ 1.430.569	\$ 1.890.926	147	\$ 612.138	\$ 722.061	197	\$ 373.671	\$ 381.487
48	\$ 1.419	\$ 1.874.220	98	\$ 951.547	\$ 1.206.797	148	\$ 1.356.458	\$ 1.785.082	198	\$ 814.268	\$ 1.010.738
49	\$ 902	\$ 1.136.354	99	\$ 372.620	\$ 379.986	149	\$ 1.308.894	\$ 1.717.153	199	\$ 719.956	\$ 876.044
50	\$ 494	\$ 553.502	100	\$ 294.137	\$ 267.898	150	\$ 512.288	\$ 579.457	200	\$ 144.443	\$ 54.109

BIBLIOGRAFÍA

AYRES, Frank, "**Matemáticas financieras**", McGraw Hill, México 1991.

"**CEOE (Confederación Española de Organizaciones Empresariales)**", GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERO. Ediciones Mundi-Prensa. 1991

CHIAVENATO, Idalberto, "**Introducción a la teoría general de la administración**", McGraw Hill, México 1981.

COSS Bu, Raúl, "**Análisis y evaluación de proyectos de inversión**", Editorial Limusa, S.A. de C.V., México 1993.

DE KELETY Alcaide, Andrés, "**Análisis y evaluación de inversiones**", EADA Gestión, España 1992.

FINNERTY, John D., "**Financiamiento de proyectos**", Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México 1996.

FREUND, John E., "**Elementos modernos de estadística empresarial**" Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México 1972.

FREUND, John E., **“Estadística matemática con aplicaciones”** Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México 1990.

HILLER, Frederick S; LIEBERMAN, Gerald J., **“Introducción a la investigación de operaciones”**, Mc Graw Hill, quinta edición.

HOPEMAN, Richard J., **“Administración de Producción y Operaciones”**, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

HUERTA Ríos, Ernestina, **“Análisis y evaluación de proyectos de inversión para bienes de capital”**, México.

JOHNSON, Robert W., **“Administración financiera”** Cía Editorial Continental, S.A. de C.v., México 1989.

NACIONAL FINANCIERA, **“Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión”**, Dirección de desarrollo empresarial, México 1996.

NACIONAL FINANCIERA, **“Diplomado en el ciclo de vida de los proyectos de inversión, Formulación y evaluación”**, México 1996.

NACIONAL FINANCIERA, “**Diplomado en el ciclo de vida de los proyectos de inversión, Propedéutico**”, Dirección de desarrollo empresarial, México 1996.

NAYLOR, Thomas H., “**Economía de la empresa**”, Amorroutu editores, S.C.A., Argentina, Buenos Aires 1973.

STUTELY, Richard, “**Plan de negocios: La estrategia inteligente**”, Editorial Prentice Hall, México 2000.

SPAG CHAIN. Nassir, “**Criterios de evaluación de proyectos**”, Editorial McGraw Hill, México 1993.

SAPAG CHAIN. Nassir, “**Preparación y evaluación de proyectos**”, Editorial McGraw Hill, México 1997.

VAN HORNE, James C., “**Administración financiera**”, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México 1993.

WESTON J. Fred, “**Finanzas en administración**”, Tomo 1, octava edición, Editorial McGraw Hill, México 1990.