

5 00667



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Tesis

Evaluación del riesgo en proyectos de inversión: una propuesta de metodología para la toma de decisiones

Que para obtener el grado de:

Maestro en Finanzas

Presenta: José de Jesús Echeverría de Eguiluz

Tutor : M.F. Francisco López Herrera

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D.F.

Autorizo a la Dirección General de
UNAM a difundir en formato electrónico
el contenido de mi trabajo

NOMBRE: Echeverría de Eguiluz
José de Jesús
FECHA: 13/20/2002
LUGAR: [Firma]

2002



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 México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración
Facultad de Contaduría y Administración
Facultad de Química
Instituto de Investigaciones Sociales
Instituto de Investigaciones Jurídicas

T e s i s

Evaluación del riesgo en proyectos de inversión: una propuesta de metodología para la toma de decisiones

Que para obtener el grado de:

Maestro en Finanzas

Presenta: José de Jesús Echeverría de Eguiluz

Tutor: M.F. Francisco López Herrera

Asesor de apoyo: M.A. José Bernardo Vargas Negrete

México, D.F.

2002

A mi esposa, Patricia

A mis padres, Manuel y Rosa María

A mis hermanos
Manuel, Rosa María y Guadalupe

A Fanny

AGRADECIMIENTOS

Quisiera manifestar mi más sincero agradecimiento:

Al M.F. Francisco López Herrera por su paciencia, dedicación, confianza, orientación y apoyo que me brindó a lo largo del desarrollo de este trabajo,

al M.A. José Bernardo Vargas Negrete, por sus sugerencias y recomendaciones en el desarrollo metodológico de este trabajo,

a la M.I. Genoveva Barrera Godínez, al M.A. Eduardo Villegas Hernández y al M.A. y M.C. Juan Pedro Jaimes Flores, por haber enriquecido este trabajo a través de sus críticas y comentarios.

INDICE

	Pág
Introducción	I
1 Antecedentes	1
2 Integración del plan de negocios del proyecto	10
2.1 Proyectos: Viabilidad y factibilidad	10
2.2 El proceso general para el desarrollo de proyectos	12
2.3 El plan de negocios (Fase II)	15
2.4 Modelo general del plan de negocios	19
2.5 Elementos básicos para el desarrollo del plan de negocios	21
3 Evaluación de proyectos	33
3.1 El proceso de evaluación	33
3.2 Mitos sobre la evaluación de proyectos	36
3.3 Modelos de evaluación de proyectos	37
3.4 Metodología tradicional para la evaluación de proyectos	39
3.5 Método del análisis de sensibilidad	49
4 Desarrollo de escenarios	53
4.1 Análisis de escenarios	53
4.2 Elementos clave en el desarrollo de escenarios	54
4.3 Metodología general para el desarrollo de escenarios	60
5 Modelo de evaluación del riesgo en proyectos de inversión	68
5.1 Proceso de modelación para la evaluación de un proyecto	68
5.2 Diseño del modelo conceptual	71
5.3 Diseño del modelo formal	78
5.4 Determinación del riesgo en proyectos de inversión	91
Conclusiones	96
Anexos	104
A Metodologías para desarrollar planes de negocios	105

	Pág
B Aplicación: Proyecto de inversión de alto riesgo en la industria del aerotransporte	106
C Escenario: Crecimiento económico acelerado y alto consumo (+ positivo)	134
D Escenario: Desaceleración económica y volatilidad del tipo de cambio (+ negativo)	139
E Red de rutas primer año	144
F Red de rutas para el quinto año	145
Referencias bibliográficas	147

Introducción

Todos los proyectos de inversión cuentan con dos elementos fundamentales: la inversión inicial y los flujos de efectivo que generara el proyecto en un horizonte en el tiempo

Para evaluar la factibilidad económica del proyecto, existen diversos métodos que proporcionan la información necesaria para determinar la conveniencia de llevar a cabo dicho proyecto. Tal es el caso del método del valor presente neto (*VPN*), la estimación de la tasa interna de rentabilidad (*TIR*) o el cálculo del periodo de recuperación de capital invertido, entre otros

También es frecuente que se desarrollen diversos escenarios en torno al proyecto, para verificar el impacto en los resultados económicos por la desviación de algunas de las variables que interactúan en el proyecto. Estas variables pueden ser de tipo endógeno o exógeno

Como resultado de lo anterior, los agentes económicos o inversionistas, están obligados a tomar la decisión de exponer su capital en el proyecto bajo condiciones de incertidumbre, ya que no les es posible determinar con cierto grado de precisión la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los escenarios definidos.

Además de los elementos mencionados anteriormente, surgen algunas preguntas entre los inversionistas que están dispuestos a arriesgar su capital en un proyecto de inversión, como las siguientes:

¿Cuál sería la posibilidad de que el beneficio neto (*VPN*) que se espera obtener varíe con relación a un cierto monto, si se reconoce que por la dinámica del medio ambiente éste puede cambiar en el futuro?

o bien, también podría preguntarse:

¿A cuánto podría ascender la pérdida máxima del capital invertido, en caso de participar en el desarrollo del proyecto?

El objetivo de este trabajo consiste en responder a las dos preguntas anteriores a través de proponer una metodología para evaluar el riesgo que conllevan los proyectos de inversión relevantes o complejos¹ en un horizonte de tiempo específico, de tal forma que apoye a los inversionistas en la decisión de exponer su capital en el desarrollo del proyecto. También plantea el desarrollo de la metodología dentro de un proceso general que inicia desde la definición, hasta la interpretación y el análisis de los resultados económicos del proyecto.

Además, este trabajo intenta de manera específica:

- i. Contrastar las metodologías tradicionales de evaluación de proyectos de inversión con la nueva metodología que se propone en este trabajo, a fin de entender la interpretación y aprovechamiento de cada una de ellas en el proceso de evaluación de los proyectos,
- ii. Extender el planteamiento teórico que otros autores han desarrollado con relación al riesgo asociado a los proyectos de inversión,
- iii. Inducir a que los tomadores de decisiones estén posibilitados para comprender e interpretar adecuadamente los resultados que se proponen bajo la nueva metodología,
- iv. Construir un tablero de mando² que facilite el análisis del proceso general de evaluación y permita llevar a cabo procesos de simulación del proyecto,
- v. Aplicar la nueva metodología a un ejemplo práctico para analizar y validar su utilidad, y por último
- vi. Encausar el tema propuesto en este trabajo a futuras investigaciones sobre el tema para mejorar y extender la metodología propuesta

¹ En este trabajo se entiende que un proyecto de inversión es relevante o complejo si la inversión que se requiere para llevarlo a cabo es importante y el proyecto está integrado por un número significativo de variables y parámetros.

² El tablero de mando es una herramienta de trabajo que facilita la comprensión del comportamiento del proyecto. Este concepto se explica con mayor detalle en los capítulos 2 y 5 de este trabajo.

El alcance y las fronteras de este trabajo están definidos en los siguientes puntos:

- i. Se considera a la evaluación de proyectos de inversión como un elemento dentro de un proceso global que inicia en la definición de un plan de negocios y termina con el análisis e interpretación de los resultados económicos del proyecto,
- ii. Se considera al *VPN* como una métrica de evaluación suficiente para probar el beneficio o la factibilidad económica de cualquier proyecto de inversión relevante.
- iii. Se enuncian y definen los elementos que deben formar parte del plan de negocios, pero no se desarrollan en su totalidad cada uno de estos puntos, a excepción del apartado relacionado con los estados financieros, la evaluación económica y del riesgo, así como el análisis de sensibilidad,
- iv. La metodología que se expone en esta tesis implica el desarrollo de dos escenarios alternativos al proyecto. Este trabajo propone una metodología para su construcción, pero no explica cómo llevar a cabo los análisis respectivos para definir el valor de las variables que asumen cada uno de ellos,
- v. Se presenta como anexo un ejemplo de un proyecto de inversión para ilustrar los temas que se exponen en este trabajo. Sin embargo, no se justifican los valores de los supuestos generales del proyecto ni el valor que asumen las variables que lo conforman, ya que no es el propósito fundamental de esta tesis³

Este trabajo está integrado por cinco capítulos y un aparato dedicado para analizar los resultados de la metodología propuesta.

En el capítulo 1, se exponen los antecedentes generales que dieron origen al planteamiento del problema y la forma como diferentes autores proponen resolverlo. En el capítulo 2 se presenta la metodología para la integración del plan de negocios que se deriva de la definición del proyecto. En este capítulo se hace énfasis sobre los puntos básicos de análisis que deben tomarse en consideración para el desarrollo del plan. En el capítulo 3 se exponen los métodos más comunes para la evaluación de los proyectos de inversión.

³ Para la construcción del ejemplo que se presenta en el anexo B se tomó en consideración a los parámetros representativos de la industria en el que se desarrolla la aplicación.

Además de la definición de los métodos, presenta su interpretación, los criterios para la toma de decisión, sus ventajas y desventajas, así como un comentario para ilustrar su utilización. También se incluye en el capítulo la descripción del análisis de sensibilidad de las variables críticas del proyecto. El capítulo 4 presenta el proceso general para el desarrollo de escenarios y propone una metodología para su construcción. En este capítulo se establece la relación que existe entre el plan de negocios del proyecto y la formulación de sus escenarios. En el capítulo 5 se expone la metodología para evaluar el riesgo en los proyectos de inversión, considerando que el *VPN* es una métrica que muestra la rentabilidad económica del proyecto. Toma como punto de partida el diseño de un modelo conceptual que simula a la realidad y lo transforma a un modelo matemático formal que lo justifica.

Para concluir, en los anexos se presenta un ejemplo de la aplicación de la metodología propuesta en este trabajo para ilustrar cómo influye ésta dentro del proceso general de evaluación de proyectos de inversión. También para facilitar su interpretación a través del análisis de los resultados obtenidos de los diferentes métodos de evaluación y contribuir en la toma de decisiones.

Capítulo 1

Antecedentes

Por lo general, cuando se trata el tema de la evaluación de proyectos, se refiere a las metodologías que estiman o calculan el beneficio económico del mismo y que por lo regular están expresadas a través de una métrica. Desde este punto de vista, la evaluación del proyecto es considerada como el mero cálculo de una fórmula matemática que posteriormente se compara con un criterio para decidir sobre la conveniencia de llevar a cabo el proyecto.

A. Damodaran [1] comenta sobre el riesgo de enfocarse exclusivamente en los resultados de la evaluación, ya que se omiten los elementos críticos del discernimiento que se obtuvieron a través del desarrollo del proceso general del proyecto. El **proceso de evaluación** puede decir mucho acerca de los factores determinantes del valor del proyecto y ayuda a contestar algunas preguntas fundamentales, como: ¿en qué medida impactan las variaciones de ciertos parámetros con las metas y los objetivos planteados?, ¿cuál es el precio que se tiene que pagar por obtener un crecimiento específico?, ¿cómo puede influir el pago por sueldos a los recursos humanos en la operación de la empresa, para evitar un conflicto laboral?, etc.

El mismo autor comenta que es un error común suponer que entre más complejo y cuantitativo es el método de evaluación, implica mayor calidad y precisión en los resultados de la evaluación. Esto quiere decir, que no importa el método de evaluación que se elija para determinar el valor del proyecto, sino la integración de todos los elementos que lo conforman para llevar a cabo un proceso de análisis que permita obtener un juicio objetivo sobre la conveniencia de llevar a cabo el proyecto.

Por lo anterior, la determinación de la **factibilidad económica** de un proyecto, debe ser vista como la parte terminal de un proceso que inicia con la definición de la **viabilidad** del proyecto y el desarrollo del mismo, lo cual permite definir los elementos y la forma en que éstos participan dentro de un sistema que conforma al proyecto. Esto quiere decir, que un proyecto genera la necesidad de construir un **plan de negocios** para definir de manera precisa y ordenada a todos los elementos y factores que intervienen en el mismo.

Las metodologías para evaluar proyectos de inversión pueden ser clasificadas en seis categorías, como sigue:

- i. Métodos para evaluar de manera subjetiva diferentes proyectos entre sí,
- ii. Métodos para evaluar de manera objetiva diferentes proyectos entre sí,
- iii. Métodos para evaluar un proyecto sin tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo,
- iv. Métodos para evaluar un proyecto en función del valor del dinero en el tiempo,
- v. Métodos para evaluar el riesgo entre diferentes proyectos, y
- vi. Métodos para evaluar el riesgo de un proyecto único

Los métodos para evaluar de manera subjetiva a diferentes proyectos se refieren a procedimientos cualitativos para elegir el desarrollo de un producto o servicio entre varias alternativas. Algunas de las metodologías de este tipo son propuestas por R. Alcaraz [2], el cual propone ciertas técnicas para optar de manera rápida y sencilla la mejor alternativa entre un conjunto de proyectos.

También se proponen métodos cuantitativos para elegir entre dos o más proyectos sin tener necesidad de profundizar en el análisis. Estos métodos son propuestos por D. Cleland y W. King [3], quienes plantean una serie de técnicas para seleccionar al proyecto, que en una primera instancia, genere los mejores beneficios económicos para los inversionistas, con la ventaja del ahorro en tiempo y recursos para la selección.

Como se puede apreciar, las metodologías consideradas en las dos primeras categorías se refieren a procedimientos rápidos y sencillos para elegir el desarrollo de un proyecto entre una gama de alternativas. Son métodos que están diseñados para calificar a una serie de opciones y escoger la mejor de acuerdo a un criterio específico, pero no toman en consideración a todos los elementos que forman parte integral del proyecto. Estas metodologías se llevan a cabo de manera *ex ante*, es decir, se elaboran antes de desarrollar el plan de negocios formal sobre el proyecto elegido.

Por otro lado, las metodologías que se mencionan en los incisos iii, iv, v y vi, suponen que el proceso de evaluación se lleva a cabo una vez que se ha desarrollado el plan de negocios, esto es, que se conocen a todos los elementos y factores que conforman el **sistema** que representa al proyecto.

Existen metodologías que evalúan a un proyecto sin tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Tal es el caso del cálculo de la tasa de rendimiento promedio, la cual compara el promedio de la utilidad neta en un periodo de tiempo específico contra la inversión promedio en el mismo periodo. También

está la métrica que evalúa el periodo en que la inversión es recuperada a través de los flujos de efectivo, sin considerar que éstos cambian de valor en el tiempo¹

En el inciso iv se mencionan a los métodos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, y por lo general se refieren a las metodologías tradicionales para la evaluación de proyectos de inversión, como es el caso del método del valor presente neto (*VPN*), la determinación de la tasa interna de rendimiento (*TIR*) y el índice del costo-beneficio (*ICB*). Estas metodologías toman en consideración a las siguientes variables:

- a) **Horizonte de análisis:** Se refiere al periodo de tiempo en que se plantea llevar a cabo el análisis de viabilidad y factibilidad económica del proyecto. La determinación de esta variable está en función a las características de mercado, el grado de inversión del proyecto, así como la complejidad propia del proyecto.
- b) **Inversión:** Es el monto requerido para poder llevar a cabo el proyecto. Generalmente se asume que la inversión es el monto mínimo requerido para realizar el proyecto. La inversión puede ser única y requerirse al inicio del proyecto, puede ser requerida en diferentes periodos de tiempo en el horizonte de análisis, o también puede ser mixta, es decir, que se requiera al principio del proyecto y luego en otros periodos dentro del horizonte de análisis.
- c) **Flujos de efectivo:** Es el valor monetario de los ingresos y costos esperados de un proyecto en el horizonte de análisis [4]. Son generados por las variables que describen los ingresos y egresos del proyecto en un futuro finito. Tanto los ingresos como los egresos que conforman a los flujos de efectivo están integrados por otra serie de variables que forman parte del sistema que genera el proyecto².
- d) **Tasa de descuento:** Se refiere a la tasa con la cual se evalúan los flujos de efectivo al inicio del proyecto. Por lo general se trata de una tasa que representa el rendimiento que espera obtener el inversionista sobre su capital si se supone que éste es reinvertido periódicamente dentro del horizonte de análisis³.

¹ Estos métodos se ilustran en el capítulo 3 de este trabajo.

² En el capítulo 2, sección 2.5.4 se presentan la construcción detallada de los flujos de efectivo.

³ A. Damodaran [1] define a esta tasa como el "costo del beneficio o los derechos" que tienen los inversionistas sobre el monto invertido en el proyecto. Por lo general esta tasa está compuesta por la tasa libre de riesgo más los riesgos asociados al proyecto.

- e) **Tasa de rendimiento mínima esperada (TREMA):** Es una tasa de referencia que supone el **rendimiento mínimo** que los inversionistas esperan obtener como consecuencia de invertir su capital en el proyecto. En la mayoría de los casos, la TREMA se confunde con la tasa de descuento, pero son diferentes. La TREMA es sólo un indicador.

Cabe destacar que los resultados obtenidos a través de estas metodologías se vuelven más imprecisos conforme el horizonte de análisis es mayor, debido a la incertidumbre que existe al inicio del proyecto sobre el valor a futuro de ciertas variables y parámetros del sistema que conforma el proyecto

Por la razón anterior, la metodología a la que se refiere el inciso v, y que plantean G. Baca [5], J. Canada, W. Sullivan, J. White [6] y T. Copeland, J. Weston [7], [8], tiene que ver con la estimación de la desviación que pudiera darse en el rendimiento esperado entre dos o más proyectos que sean mutuamente excluyentes, si éstos son evaluados bajo diferentes escenarios. Como se puede observar, esta metodología reconoce que es posible que los resultados de los proyectos pueden ser diferentes en el horizonte de tiempo.

Como lo señala G. Baca [5], esta metodología presenta algunos inconvenientes para su implementación en la práctica. Quizá el punto más crítico reside en el hecho de asignar una probabilidad de ocurrencia a cada uno de los escenarios. A pesar de que el mismo autor propone aplicar la regla de Laplace (esto es, aplicar la misma probabilidad a los tres escenarios) este evento genera un poco de inseguridad en los resultados que podrían obtenerse a través de este procedimiento, ya que las probabilidades de ocurrencia para cada uno de los escenarios están asignadas de manera empírica. Por ejemplo, J. Canada, W. Sullivan y J. White [6] proponen que una asignación óptima de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios sería suponer el 50% al escenario con el cual fue desarrollado el proyecto, y asignar 25% a los dos escenarios alternativos

Por otro lado, T. Copeland, J. Weston [7] determinan la dominancia de un proyecto sobre otro a través de la definición de una función de utilidad que toma en consideración el rendimiento esperado y la desviación estándar entre los dos proyectos.

Ahora bien, si las metodologías anteriores no son tan precisas en sus resultados como se quisiera, tiene la virtud de proponer el análisis del proyecto bajo el supuesto de otros futuros diferentes. También formulan el planteamiento para estimar la desviación que se puede dar entre la variable de decisión y su valor esperado.

Por último, para describir el inciso vi, es indispensable definir antes algunos conceptos relacionado con el riesgo.

Para empezar, se puede definir al **riesgo** como la posibilidad de que ocurra un evento determinado. Este evento puede ser positivo o negativo. Por ejemplo, para P Best [9] el riesgo sólo tiene un significado real cuando genera una pérdida financiera, ya sea de manera directa o indirecta. Sin embargo, para C Culp [10] el riesgo está siempre presente y no tiene por fuerza que ser interpretado como un evento con impacto negativo.

Sin embargo, la principal característica del riesgo es que éste es cuantificable. Esto quiere decir que se conocen los resultados alternativos posibles del evento que presenta el riesgo. La forma de expresar cuantitativamente al riesgo es a través de una función de probabilidad, por eso cuando se dice que la probabilidad de que ocurra un evento es igual a la unidad ($P\{\text{evento}\} = 1$), se refiere de la certeza absoluta. Cuando se dice que la probabilidad de que ocurra otro evento es igual a cero ($P\{\text{evento}\} = 0$), se describe a un evento que no puede ocurrir. También es posible definir que un evento puede ocurrir con una probabilidad mayor al 90%, o que se encuentre en el intervalo del {30%, 70%}.

Por otro lado, es frecuente confundir al riesgo con la **incertidumbre**. La incertidumbre se refiere a eventos o sucesos que no son posibles de cuantificar y tampoco existen grados para calificarla⁴. Por ejemplo, un proyecto de inversión puede presentar incertidumbre si no está definido correctamente el producto, si no se ha podido cuantificar la inversión necesaria para producirlo ni se conoce el mercado a quién va dirigido.

Otro punto importante con relación al riesgo es que éste no se puede eliminar. Esto quiere decir que si se reconoce el riesgo de que ocurra un evento, éste se puede evitar, reducir, compartir o cubrir; pero nunca eliminar. Por ejemplo, en un proyecto de inversión es posible identificar que el precio de los combustibles pueden variar con el tiempo, y su impacto puede ser positivo (si los precios bajan) o negativo (si los precios suben). En este caso, se corre el riesgo de que los precios alcistas del combustible reduzca las utilidades del proyecto, por lo que el riesgo se puede evitar si se opta por una tecnología que sustituya al combustible; se puede reducir si se implanta un programa para consumir menor cantidad de combustible; se puede compartir el riesgo si el costo del combustible se comparte con un tercero; y por último, se puede cubrir el riesgo si se compra un instrumento financiero en el mercado de derivados para acordar un precio a futuro.

El riesgo puede ser clasificado como **sistemático** o **no sistemático** [11]. Un riesgo es **sistemático** cuando éste está implícito en el medio ambiente y el sistema que representa al proyecto no lo puede controlar, pero sí afectar. Por otro lado, un riesgo es **no sistemático** cuando éste depende de las variables del sistema y puede ser controlado por el mismo. Por ejemplo, el riesgo de que los

⁴ La incertidumbre se refiere a la ausencia total de información que permita predecir la ocurrencia de un evento. Por lo anterior, no son válidas expresiones como: poca incertidumbre, mucha incertidumbre, algo de incertidumbre, etc.

precios del combustible se incrementen es un riesgo sistemático, ya que no depende del proyecto directamente. Pero el riesgo de que un avión sufra un desperfecto en el aire puede ser reducido si se aplican medidas extremas en el programa de su mantenimiento.

De acuerdo con C. Culp [10], existen tres mitos con relación al riesgo:

- i. **El riesgo es siempre negativo:** Este mito se refiere al hecho de asociar a la palabra “riesgo” con un evento negativo. El riesgo *per se* no es bueno ni malo, simplemente “existe”. Por ejemplo, un inversionista que expone su capital en un proyecto de inversión corre el riesgo de incrementar su patrimonio, o bien corre el riesgo de experimentar una pérdida del mismo. El hecho de aumentar o disminuir el patrimonio estará en función a ciertos eventos que están relacionados con el proyecto, tales como: la disminución (aumento) del poder adquisitivo de los consumidores, el aumento (disminución) de los precios de los energéticos, los problemas laborales, los cambios en la reglamentación y legislación, la administración del proyecto, etc.
- ii. **Los riesgos son tan negativos que deben ser eliminados a cualquier costo:** Este mito se refiere al hecho de que los riesgos deben ser evaluados en un contexto de su probabilidad de ocurrencia, pero nunca en términos de sus consecuencias. Por ejemplo, si un inversionista expone su capital en el mercado de capitales, puede pensar que ocurrirá un desplome del mercado como ha ocurrido en el pasado. Sin embargo, sería más importante que expresara este riesgo en términos de probabilidad, que destinar su capital para cubrir por todos los medios posibles la ocurrencia de este evento.
- iii. **Ir a lo seguro, es la forma más segura de hacerlo:** Este mito se refiere a lo que comúnmente se expresa como “el que no arriesga, no gana”. Todas las entidades⁵ presentan un grado diferente de **aversión al riesgo**. En un caso extremo existen entidades que son completamente adversas al riesgo, lo que en términos estadísticos se refiere a rechazar una **apuesta justa**. Se considera que una apuesta es justa si el precio para participar en la apuesta es igual al valor esperado de la apuesta. Por ejemplo, si en un juego de lotería paga la mitad de las veces \$0 y la otra mitad paga \$ 1,000; entonces el valor esperado del precio por participar en este tipo de lotería sería de $\frac{1}{2}(\$0) + \frac{1}{2}(\$1,000) = \$ 500$. En otras palabras, no asumir un riesgo, es equivalente a rechazar una hipótesis verdadera, o aceptar una hipótesis falsa

⁵ En este trabajo, una **entidad** es considerada como un individuo, una organización, un **proyecto de inversión**, una asociación, etc

Ahora bien, para efectos de este trabajo, **se considera al riesgo como la posibilidad que ocurra una pérdida financiera, de manera directa o indirecta.**

Todas las entidades financieras se enfrentan a un sinnúmero de riesgos, los cuales, si no son controlados, dan lugar a correr un riesgo financiero. Las cuatro principales categorías del riesgo⁶ en el ámbito financiero son:

- i. **Riesgo de mercado:** Se refiere a la pérdida financiera que resulta de un cambio en el valor de un activo que es comercializado en un mercado determinado. Los tipos de activos pueden ser tasas de interés, divisas, acciones, así como toda la variedad de productos financieros, los cuales generan una exposición al riesgo del mercado.
- ii. **Riesgo crediticio:** Se refiere a la pérdida financiera sufrida cuando una compañía es declarada insolvente por el banco con el que opera; o bien, cuando la sensibilidad del mercado determina que la compañía está próxima a declararse insolvente.
- iii. **Riesgo operacional:** Tiene que ver con una categoría muy amplia del riesgo, el cual implica la pérdida de dinero de una institución financiera como resultado de un riesgo relacionado con la operación, como: fallas de control en los procesos; riesgos de liquidez; por transferencias de dinero; por debilidad en los modelos de los instrumentos financieros; por fallas en los sistemas; etc.
- iv. **Riesgo de reputación:** Se refiere a las pérdidas financieras como resultado de la disminución de oportunidades de negocios atribuibles a la reputación de una entidad.

Como se aprecia en la clasificación anterior de los tipos de riesgo, no queda claro en qué categoría puede participar el riesgo que se genera por la exposición de un capital en un proyecto de inversión. Podría suponerse que los riesgos que se asumen en un proyecto de inversión están más ligados a la categoría de los riesgos de mercado, que a las otras tres clasificaciones del riesgo.

A pesar de que la noción del riesgo es un concepto reconocido por el hombre desde la antigüedad, hay que hacer hincapié que el tema relacionado al riesgo en mercados financieros es relativamente nuevo, ya que éste se desarrolló básicamente a partir de la segunda mitad del siglo veinte. En 1952 se publicó el artículo *Portfolio Selection* de Harry Markowitz, el cual se enfoca a la

⁶ Esta categorización de los riesgos financieros resume la clasificación de varios autores (ver referencias [9], [10], [13])

diversificación de las carteras de inversión a través de la reducción de su desviación estándar (o riesgo) [12]. Posteriormente, no es sino hasta el final de la década de los años ochenta cuando aparecen artículos relacionados con la medición del riesgo en mercados financieros, principalmente con activos relacionados con el mercado de capitales. Y por último, en los años noventa aparece el concepto de la **administración de riesgos**, la cual se refiere a un proceso mediante el cual los riesgos a los que está expuesta una entidad son identificados, medidos y controlados [13].

En la mayoría de la literatura que se refiere a la medición del riesgo en mercados financieros, se puede observar una marcada tendencia para resolver el problema de estimar la pérdida que puede sufrir una entidad económica, por el hecho de participar en los mercados a través de la adquisición de activos, o bien la adquisición de pasivos. Por esta razón, la investigación con relación al tema del riesgo está orientada al desarrollo de nuevas metodologías que cuantifican el riesgo en carteras de inversión y el riesgo asociado a carteras crediticias en el ámbito bursátil y bancario respectivamente

Existe muy poca literatura relacionada con el tema de la evaluación del riesgo en proyectos de inversión. J. Canada, W. Sullivan, J. White [6], expresan a los flujos de efectivo como variables aleatorias, a través de las cuales es posible determinar el valor esperado del *VPN*, así como su varianza. Estos autores suponen que los flujos de efectivo son independientes entre sí, lo que les permite presumir que el *VPN* se distribuye como una función de densidad normal.

Por otro lado, la metodología que formula R. Coss [14] para resolver el mismo problema parte de un principio semejante a los autores referidos en el párrafo anterior. Sin embargo, este autor propone desarrollar tres escenarios sobre el mismo proyecto para posibilitar el cálculo del valor esperado del *VPN*, así como su varianza. R. Coss [14] establece como criterio de decisión para participar en un proyecto de inversión, la condición de que la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a cero, sea igual a un cierto nivel de confianza (por ejemplo el 95%).

Sin embargo, el mismo autor advierte sobre los inconvenientes que puede presentar esta metodología "... por considerar que ciertas situaciones del mundo real son bastante difíciles de modelar analíticamente...", pero también reconoce que la metodología que propone puede ser recomendable cuando las técnicas tradicionales para evaluar proyectos no establecen claramente su beneficio económico, o bien cuando la magnitud de la inversión inicial del proyecto sea significativa.

Es importante destacar que esta tesis toma como plataforma las metodologías que plantean J. Canada, W. Sullivan, J. White [6] y R. Coss [14], pero las contextualiza dentro de un proceso general de evaluación y las extiende para determinar otros parámetros que resultan relevantes para la toma de decisiones, como sería el caso de estimar la máxima pérdida posible que podría generar el proyecto.

Bajo el marco teórico establecido anteriormente, con este trabajo se trata de demostrar que:

La metodología que se propone en este trabajo para estimar el impacto de los cambios de ciertas variables en la rentabilidad de los proyectos de inversión, puede aportar un elemento de apoyo sustantivo a la toma de decisiones, en conjunto con los métodos tradicionales de evaluación.

Capítulo 2

Integración del plan de negocios del proyecto

En este capítulo se describe el proceso general para el desarrollo de proyectos, centrandó su atención en la elaboración del plan de negocios. Se definen y comentan los elementos básicos que integran al plan de negocios y se propone un modelo general para su preparación y realización. También se destacan a los elementos básicos del plan que son importantes para su construcción, de tal forma que faciliten y aseguren el logro de los objetivos del proyecto.

2.1 Proyectos: viabilidad y factibilidad

De acuerdo con N. Sapag [15], "Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana.....El proyecto surge como respuesta a una idea que busca, ya sea la solución de un problema o la forma para aprovechar una oportunidad de negocio, que por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros".

Un proyecto de inversión, según G. Baca [5], es un plan al cual, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, será capaz de producir un bien o servicio útil al ser humano o a la sociedad en general.

Para E. Fontaine [16], un proyecto es la fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos de tiempo, en donde el reto es identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto y medirlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar ese proyecto. También incluye el punto de vista del inversionista, quien será el encargado de proveer los recursos financieros para ejecutar el proyecto, que es el origen de un flujo de fondos provenientes de los ingresos y egresos de caja que ocurren a lo largo del tiempo. El mismo autor concluye que el desafío consiste en determinar si los flujos de dinero serán suficientes para cancelar la deuda.

Dados los tres enfoque anteriores, se puede concluir que un proyecto:

- Resuelve una necesidad
- Produce un bien o servicio útil a un sector de la sociedad
- Requiere de insumos – capital
- Genera flujos de fondos a través del tiempo

Es importante acotar que en las tres definiciones descritas anteriormente, no se incluye el concepto de “valor o cuantificación del proyecto” como una cualidad intrínseca del mismo, sin importar la orientación del proyecto, ya sea ésta de tipo social, política o económica.

Por lo anterior, cada vez que se plantea la posibilidad de desarrollar un proyecto, una pregunta obligada sería cuestionar si éste es **viable** y **factible**. Antes de continuar, es conveniente distinguir entre la viabilidad y la factibilidad de un proyecto, ya que por lo general, estos dos términos son considerados erróneamente como sinónimos.

La **viabilidad** de un proyecto quiere decir que se debe reconocer que existen las circunstancias propias y del entorno para que dicho proyecto pueda “tener vida”. Dicho de otras palabras, el primer paso para decidir si se debe desarrollar un proyecto consiste en constatar que el producto o servicio que se pretende llevar a cabo cuenta con los elementos suficientes para que éste pueda existir.

Puede darse el caso de proyectos que involucran a productos o servicios que no son viables en un momento determinado, ya sea por razones tecnológicas (televisión tridimensional), de regulación (casinos y casas de juego en la Ciudad de México) o razones de mercado (viajes a la luna), entre otras.

Por otro lado, la **factibilidad** de un proyecto tiene que ver con el grado de aceptación con relación a una variable objetivo. Quiere decir que un proyecto es factible socialmente si cumple con las expectativas sociales en una región; es factible comercialmente si es lo que el mercado espera y aceptará; o bien, es factible económicamente si el proyecto satisface la rentabilidad esperada por los inversionistas.

Esta precisión entre viabilidad y factibilidad en un proyecto de inversión es importante ya que representan para cualquier proyecto el principio y el fin de su desarrollo

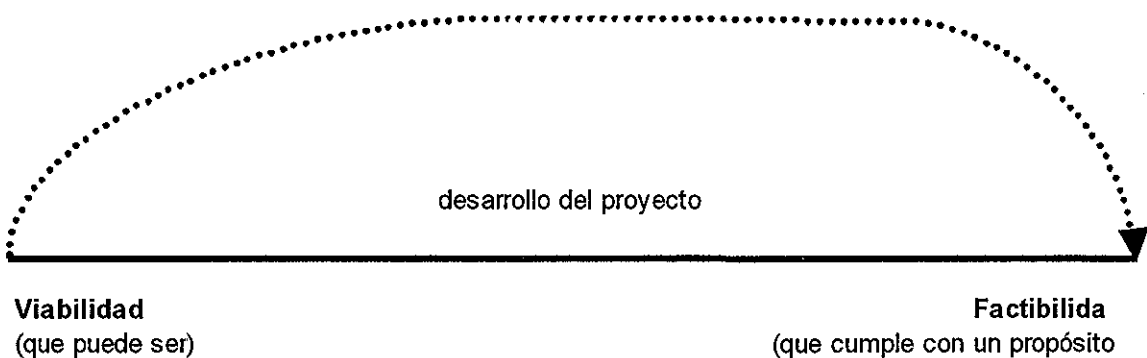


Figura 1: Proceso general de un proyecto

2.2 El proceso general para el desarrollo de proyectos

El proceso general para llevar a cabo un proyecto, sin importar la índole de éste, consiste en desarrollar una serie de actividades para asegurar que el proyecto inicie y opere de manera adecuada. Por lo general, estas actividades deben de llevarse a cabo de manera secuencial, aunque tampoco obliga a que se lleven a cabo todas, ya que la índole y naturaleza de cada proyecto lo determinarán por sí mismo.

A continuación se presenta una tabla que resume los principales elementos que deben de tomarse en consideración para desarrollar un proyecto, en donde cabe destacar que ésta incluye cuatro metodologías publicadas (ver anexo A).

Se propone en este trabajo dividir al proceso general para el desarrollo de proyectos en cuatro fases o etapas, como se ilustra a continuación:

FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV
Visión y Definición	Desarrollo teórico: Planeación	Pre-operativa	Puesta en marcha
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de entorno • Análisis del sector • Análisis del subsector • Generación de ideas • Selección de ideas - alternativas • Definición del producto <p>Anteproyecto Evaluación rápida Comparación con otros proyectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo general • Objetivos particulares • Estrategias • Proyectos • Metas • Métricas • Beneficios • Impacto • Justificación • Mercado • Operación y desarrollo • Regulación • Organización (Entidad - Recursos Humanos y Terceros) • Tecnología • Inversión • Estados Financieros • Evaluación económica • Sensibilidad • Escenarios • Implicaciones o impactos <ul style="list-style-type: none"> ○ Sociales ○ Laborales ○ Estructura ○ Financieras ○ Legales • Riesgos • Consecuencias por omisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación (ruta crítica) • Calendario de actividades • Presupuesto (flujo de caja) 	<ul style="list-style-type: none"> • Administración • Control • Monitoreo • Retroalimentación • Ajustes y sincronía

Tabla 1: Proceso general para el desarrollo de un proyecto

La **Fase I** está orientada a definir el producto o servicio que nace de una idea. En esta etapa se tiene clara la visión del entorno, así como del medio ambiente en el que se desenvolverá el producto o servicio con el propósito de asegurar que el proyecto es viable y que puede ser factible desde un punto de vista específico, tal como: conceder un beneficio social, satisfacer a un mercado, perseguir un objetivo político, esperar un beneficio económico, o bien, la combinación de los anteriores.

Una visión correcta del entorno y un conocimiento adecuado del sector y la industria específicos, generalmente producirán buenas ideas de productos o servicios a desarrollar. El problema surge cuando se diseñan productos o servicios con escasa información del medio ambiente que los rodea.

Como ejemplo de la importancia que reviste esta etapa en el desarrollo de proyectos, están todos aquellos casos citados en el libro *Great Planning Disasters* [17] (Grandes desastres en la Planificación), en donde se refiere a la importancia del proceso de la planificación de nuevos proyectos relacionados con productos y servicios. En este texto se ilustran como ejemplos algunos proyectos relevantes que no cumplieron con sus objetivos o fracasaron, debido a que no fueron planificado de manera adecuada.

En esta primera Fase, es posible llevar a cabo pruebas rápidas de viabilidad y factibilidad económica entre más de dos ideas (productos o servicios). En esta etapa no es necesario profundizar sobre todas las variables que intervienen en el proyecto. Simplemente se pueden elegir métodos cualitativos o cuantitativos, como los propuestos por R. Alcaráz [2] y D. Cleland [3] respectivamente, con el propósito de elegir la mejor opción entre varias alternativas de proyectos.

La **Fase II** está relacionada directamente con el **plan de negocios**. Inicia con un objetivo global y termina con el **análisis de la evaluación** del proyecto, incluyendo los riesgos que se asumen al llevar a cabo el proyecto, las implicaciones que éste tendrá en diferentes ámbitos (social, estructural, financiero, laboral, legal, etc.), así como las consecuencias de no llevarlo a cabo (costos de oportunidad, costos sociales, costos económicos, costos ecológicos, costos políticos, etc.). Cuando los proyectos son relevantes por la inversión que requieren para su desarrollo, se recomienda incluir en esta fase el desarrollo y análisis de escenarios.

Las **Fases III y IV** se refieren a la puesta en marcha del proyecto, una vez que se completaron las dos primeras etapas del proceso general del proyecto. A diferencia de las dos primeras fases del proceso general de desarrollo del proyecto, la Fase III y IV concretizan y ponen en marcha propiamente al proyecto. Asignan responsables, tiempos y compromisos⁷ para cada una de las

⁷ Se entiende por **compromiso** a un hecho tangible que garantice que las actividades fueron llevadas a cabo conforme a lo programado. El hecho tangible puede estar representado por un documento, un estudio, etc.

actividades a ser desarrolladas conforme a la programación y calendario del proyecto, con los recursos económicos presupuestados.

De acuerdo con el objetivo que se plantea en esta tesis⁸, este trabajo se concentra su atención solo en algunos puntos específicos de la Fase II que están relacionados con la evaluación económica del proyecto. Por lo anterior, no se comentan algunas actividades de las cuatro fases del proceso general para el desarrollo de un proyecto.

Sin embargo es importante destacar que la tabla 1 propone todas las actividades relevantes para el desarrollo de un proyecto y contextualiza al proceso de evaluación del mismo. Sería difícil llevar a cabo la evaluación de un proyecto si no se conocen y entienden a todos los elementos que le dieron origen, como: a su objetivo, al mercado que pretende servir, a la estructura de su organización, al esquema de operación, etc..

2.3 El plan de negocios (Fase II)

Un plan de negocios es una herramienta que permite al emprendedor realizar un **proceso de planeación** que coadyuve a seleccionar el camino adecuado para el logro de sus metas y objetivos [2].

Para extender la definición anterior, es posible describir a un plan de negocios como una metodología importante para el análisis de una empresa o proyecto (para cualquier línea de negocios, nueva o existente), que permite generar una visión integral del negocio o proyecto, reconocer los puntos críticos de deben ser analizados y supervisados, para prever su impacto, así como determinar el beneficio económico del negocio o proyecto, y por ende establecer las alternativas para la adaptación de la empresa o proyecto al entorno.

Los beneficios intrínsecos de llevar a cabo un plan de negocios para el desarrollo de un proyecto⁹ son, entre otros:

- Comprobar su viabilidad,
- Determinar su factibilidad económica (rentabilidad),
- Entender el producto o servicio,
- Contextualizar el producto o servicio en su ámbito de desarrollo (oportunidades de mercado),
- Establecer las metas y estrategias para lograr el objetivo,
- Entender las variables críticas que impactan en el proyecto,
- Presupuestar correctamente,

⁸ Ver Introducción.

⁹ Se reconoce que un plan de negocios puede ser aplicado a cualquier entidad (una empresa por ejemplo), sin embargo, para el propósito de este trabajo, el plan de negocios estará referido a un proyecto de inversión.

- Identificar los requerimientos de inversión,
- Establecer control en el desarrollo del proyecto,
- etc

Se puede suponer entonces que el objetivo principal en el desarrollo de un plan de negocios consiste en determinar la rentabilidad o beneficio económico del proyecto en un periodo de tiempo específico. Esta aseveración parte del hecho de considerar que no importa la calidad con la que fueron desarrollados todos los elementos que conforman el plan de negocios, si el resultado final (beneficio social, económico, comercial) es negativo¹⁰ debido a una evaluación equivocada, mal desarrollada o mal interpretada

Como se mencionó anteriormente, el plan de negocios forma parte del proceso general de planeación de un proyecto (ver Fase II, tabla 1). Después de revisar las metodologías propuestas por algunos autores (anexo A) que han escrito sobre este tema, se puede concluir que no existe una metodología única para llevar a cabo un plan de negocios. Sin embargo, a continuación se propone una metodología que conjuga a todos los criterios y que explica cada uno de los elementos que deben formar parte del plan de negocios:

- i. **Objetivo general:** Representa lo que se quiere lograr en un horizonte de tiempo específico, generalmente a largo plazo y es expresado en una idea general que no cuantifica los resultados esperados. El objetivo general describe lo que el proyecto quiere lograr en el futuro.
- ii. **Objetivos particulares:** Representa lo que se quiere lograr en un horizonte de tiempo, para una línea de acción específica. Los objetivos particulares se refieren a logros específicos que se desprenden o representan una particularidad del objetivo general. Éstos pueden referirse al mediano y largo plazo y tampoco se cuantifican.
- iii. **Estrategias:** Son lineamientos generales de acción que establecen una dirección. Indican el "cómo lograrlo". Todas las estrategias deberán estar asociadas a un objetivo específico. Un objetivo específico puede tener más de una estrategia.
- iv. **Proyectos específicos:** Indica los programas, los recursos o las acciones concretas que deberán llevarse a cabo para cumplir con las estrategias.

¹⁰ Se parte del principio que el objetivo final de cualquier proyecto de inversión debe inducir a un beneficio o utilidad económica, el cual debe ser cuantificado y expresado en unidades absolutas (monetarias) o relativas (tasas, índices)

- v. **Métricas:** Son las relaciones entre las variables del proyecto (expresadas en forma matemática) que se construyen para señalar el desempeño del proyecto. Las métricas son el termómetro que guían para constatar que el proyecto se dirige en la dirección del cumplimiento del objetivo específico (y por ende del objetivo general). También se les denomina como los **indicadores** del proyecto.
- vi. **Metas:** Es el valor numérico deseado de la métrica o del indicador en un tiempo específico. Todo objetivo específico debe de tener asociado al menos una meta. Una meta es un compromiso de los resultados esperados y permite evaluar los avances logrados.
- vii. **Beneficios:** Se refiere a la utilidad que genera el proyecto. Puede referirse a los usuarios del producto o servicio, a la organización, la sociedad, etc. Todos los proyectos tienen beneficios que pueden evaluarse de manera cuantitativa, inclusive los proyectos sociales.
- viii. **Impacto:** Es el cambio o modificación en una variable endógena o exógena del sistema, como resultado de la ejecución del proyecto. El impacto se expresa en unidades absolutas o de magnitud.
- ix. **Justificación:** Expresa la racionalidad del proyecto. La justificación del proyecto expone las razones por las cuales es necesario o conveniente llevarlo a cabo.
- x. **Mercado:** Demuestra la demanda del producto o servicio. Define el perfil de los usuarios. Compara con otros productos o servicios similares o sustitutos. Establece segmentos de posibles clientes o usuarios.
- xi. **Operación y desarrollo:** Establece los sistemas y procedimientos para llevar a cabo la producción del producto o servicio. Define un enfoque sistémico de la producción.
- xii. **Regulación:** Analiza el marco legal y la normatividad que inciden en la autorización, producción y distribución del producto o servicio. Establece las fronteras del entorno legal y reglamentario.
- xiii. **Organización:**
 - a. Interna: Define la estructura ideal de la organización que genera el proyecto.
 - b. Interna: Establece la interacción que deberá darse entre los diferentes estratos o niveles de la organización (comunicación).

- c. **Interna:** Define a los recursos humanos requeridos en el desarrollo del proyecto, sus características, su desarrollo, su desempeño, su capacitación, su evaluación, etc.
 - d. **Externa:** Elige a los proveedores de los recursos, las políticas para su selección, así como su interacción con ellos
- xiv. **Tecnología:** Define los recursos tecnológicos disponibles para el desarrollo del proyecto y su impacto en el mismo. Al mismo tiempo, la tecnología puede establecer algunas fronteras o límites para el producto o servicio.
 - xv. **Inversión:** Establece los recursos económicos necesarios para el desarrollo del proyecto. También define a los agentes económicos susceptibles de proveer el financiamiento.
 - xvi. **Evaluación**¹¹: Se refiere al proceso de cuantificar y analizar el beneficio económico del proyecto. Se resume a través del desarrollo de los estados financieros necesarios que permitan evaluar la conveniencia económica de la ejecución del proyecto. Establece criterios de medición ad hoc al proyecto para establecer la utilidad y beneficios del proyecto.
 - xvii. **Sensibilidad:** Se refiere al análisis de variación entre los elementos (variables y parámetros) del plan de negocios y una variable objetivo. Establece el cambio de una variable objetivo cuando se modifica una variable o parámetro del sistema. La variable objetivo puede estar representada por la utilidad neta, el valor presente neto, el periodo de recuperación de la inversión, etc.
 - xviii. **Escenarios:** Se refiere al desarrollo de la evaluación del proyecto considerando diferentes futuros alternativos para comparar y analizar las consecuencias de los posibles cambios en el entorno que pudieran ocurrir en el horizonte de tiempo que contempla el proyecto.
 - xix. **Implicaciones:** Analiza las consecuencias que conlleva la ejecución del proyecto en diferentes ámbitos. Éstos pueden ser de orden legal, estructural, financiero, laboral, social, etc.

¹¹ No se descarta que existan metodologías para evaluar otros resultados derivados del proyecto, como sería la evaluación ecológica, social, política, etc. Sin embargo, para efectos de este trabajo, el término evaluación se refiere a la conveniencia económica que representa para el inversionista exponer su capital en un proyecto.

- xx **Riesgos:** Estudia las situaciones que pueden presentarse dentro del desarrollo del proyecto e influir negativamente en el mismo. Trata de identificar factores (internos o externos) que pueden variar el curso y los resultados del proyecto. Trata de establecer acciones de contingencia para atenuar los factores de riesgo detectados.
- xxi **Consecuencias por omisiones:** Establece las consecuencias en el supuesto de que el proyecto no lleve a cabo. Se refiere a los costos de oportunidad, tangibles o intangibles

Un elemento muy importante que no se menciona en ningún texto relacionado con este tema, se refiere al hecho de que el resultado final del plan de negocios constituye un **tablero de mando** para la administración de la empresa o el proyecto.

Un tablero de mando es una herramienta que se deriva de la construcción del plan de negocios y que lo representa con un enfoque **sistémico** para permitir al administrador evaluar la evolución del proyecto y planificar sobre el mismo. El tablero de mando permite apreciar al proyecto con todos los elementos que lo conforman, la interacción entre ellos y el medio ambiente que lo influencia.

2.4 Modelo general del plan de negocios

La principal característica de los proyectos de inversión es que son únicos e irrepetibles. Por esta razón, resultaría difícil establecer un esquema general de plan de negocios que se pueda aplicar a todos los proyectos. Sin embargo, es posible simplificar la idea de cómo debe elaborarse un plan de negocios. A continuación se presenta un modelo general abstracto que presenta los elementos básicos, pero indispensables para la elaboración del plan de negocios. Cabe destacar que el modelo que se presenta es iterativo¹².

¹² Quiere decir que no importa en qué punto se encuentre el proyecto en el esquema, es posible regresar y corregir o modificar un punto, para después continuar con el proceso.

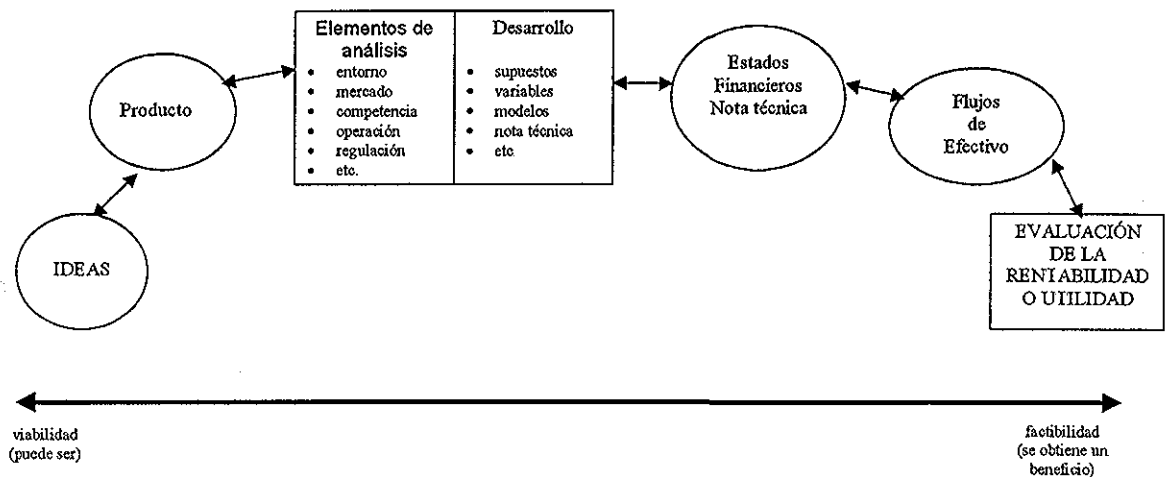


Figura 2: Modelo general del plan de negocios

- Las **ideas** nacen de la creatividad y de una visión acertada del entorno
- El **producto**¹³ es el resultado de elegir a la mejor de las **ideas**, y para ello existen métodos subjetivos o cuantitativos simples que lo determinan
- Los **elementos de análisis** se llevan a cabo para establecer la viabilidad del **producto** y se refiere básicamente a estudiar los elementos que se mencionan en el apartado del plan de negocios de este capítulo, como: el mercado, la reglamentación, la competencia, la operación, etc.
- El **desarrollo** establece las bases para el análisis y los criterios para desarrollar el **producto** en el contexto de los **elementos de análisis**. En párrafos posteriores se mencionarán los principales elementos que lo componen
- Los **estados financieros** (proforma) representan el modelo abstracto del comportamiento económico y financiero del **producto**. Por lo general se desarrollan los estados financieros básicos, esto es: el estado de resultados, el estado de la situación financiera y el estado del flujo de efectivo. La **nota técnica** describe y explica al plan de negocios desde el punto de vista sistémico. De hecho la **nota técnica** robustece el modelo general de desarrollo del **producto** y apoyan la generación de los **estados financieros**

¹³ Se entiende que el concepto “**producto**” incluye a bienes tangibles e intangibles (servicios).

- Los **flujos de efectivo** (pro forma) muestran el valor monetario de los beneficios y los costos esperados que genera el **producto** en un horizonte de tiempo. Son la plataforma principal para la evaluación económica del **producto**¹⁴
- La **evaluación de la rentabilidad o utilidad** se refiere al proceso para determinar el valor económico del proyecto. El proceso de evaluación determina la conveniencia económica o factibilidad de llevar a cabo el desarrollo del **producto** en un horizonte de tiempo y apoya en la toma de decisiones

Este trabajo no se ocupa de los tres primeros puntos del modelo general del plan de negocios. Más bien se concentra en describir los elementos que son importantes tomar en cuenta en el **desarrollo** del plan de negocios, ya que por lo general, estos elementos no son mencionados en los textos que tratan sobre el desarrollo de proyectos de inversión.

También se hace énfasis en el desarrollo de los estados financieros y los flujos de efectivo, ya que estos elementos serán la base para la nueva metodología de evaluación que se propone en el capítulo 5 de este trabajo.

2.5 Elementos básicos para el desarrollo del plan de negocios

Cuando se desarrolla un plan de negocios, existen algunos aspectos que deben de tomarse en consideración para generar un trabajo coherente, entendible y justificado, independientemente de los resultados que genere el proceso de la evaluación económica. A continuación se describen los elementos básicos para el desarrollo del plan:

2.5.1 Imparcialidad

La construcción del plan de negocios no debe estar orientada hacia un resultado previsto o deseado. Esta práctica es muy frecuente entre los desarrolladores de proyectos, ya que un "buen resultado" económico, derivado de la evaluación del proyecto justifica el trabajo hecho, y en su caso, el tiempo y los gastos erogados. Los resultados obtenidos a través del desarrollo del modelo deberán mostrar fielmente la realidad que conforman todos los elementos del proyecto.

¹⁴ Para efectos de este trabajo, los flujos de efectivo (FE) están definidos como la utilidad neta más la depreciación, menos el incremento del activo a corto plazo, más el incremento del pasivo a corto plazo, menos el incremento del activo fijo al costo [1], [18].

2.5.2 Supuestos generales

Se deben listar todos las suposiciones que afectan a todo el modelo del plan de negocios y que pueden suponerse como **principios** del modelo. Por ejemplo:

- **Horizonte de análisis:** establece el número de periodos de tiempo que abarcará el estudio sobre el proyecto. Por lo general, los periodos de tiempo están expresados en meses, trimestres, semestres o años. El número de periodos de tiempo que deberán considerarse para el análisis dependerán del monto de la inversión y el tiempo de maduración que lleva al mercado asimilar el producto. Para proyectos cuyo monto de inversión es poco relevante y el producto es aceptado por el mercado de manera inmediata, podrá requerir de 1 a 3 años de análisis (y muy probablemente el tiempo tendrá que ser expresado en meses). En cambio, en aquellos proyectos cuyo monto de inversión es significativo y el tiempo de maduración del producto en el mercado es lento, se recomienda extender el análisis de 5 a 10 años. Sin embargo hay que tener en consideración que conforme se incrementa el horizonte de tiempo en el análisis, los resultados de la evaluación pueden generar incertidumbre.
- **Tipo de moneda** en que se expresan los estados financieros y otros análisis.
- Consideraciones sobre las **metodologías para proyectar** ciertas variables,
- etc.

Los supuestos generales deberán estar siempre plenamente justificados y/o sustentados en criterios válidos que no pongan en duda el desarrollo del proyecto.

2.5.3 Elementos básicos del plan de negocios

Se deberán definir todos los elementos que forman parte del plan de negocios: las variables que lo integran, así como el papel que juegan dentro del mismo. También se deberán de establecer los criterios de construcción de las estadísticas, los parámetros y las métricas que el modelo requiera, de acuerdo a las siguientes definiciones:

- **Variabes:** representan una característica o fenómeno que puede tomar diferentes valores [19]. Las variables podrán ser dependientes o independientes. Por ejemplo, la variable “ingresos” depende de la variable “unidades vendidas” y de la variable “precio de venta por unidad”.

Las variables también se pueden clasificar por la forma en que estas impactan al proyecto: Las variables **endógenas** (internas) se refieren a todos aquellos elementos que son propios del proyecto e independientes al medio ambiente (número de asientos disponibles en el equipo de vuelo, consumo de combustible por ruta de vuelo, etc.). Las variables **exógenas** (externas) son aquellas que impactan al proyecto a través del medio ambiente, pero son independientes al proyecto mismo (tasas de interés, el tipo de cambio, la inflación, etc.)

- **Parámetros:** es cualquier característica de una población que sea medible [19]. Es un valor que representa a una variable de la población, como es el caso del “precio del combustible”, el cual puede representar el costo de un número finito de industrias que adquieren este recurso.
- **Estadísticas:** es el número que resulta de la manipulación de ciertos datos iniciales de acuerdo con determinados procedimientos específicos [19]. Es una medida numérica que describe una cualidad o característica de una muestra de la población. Una estadística puede ser el “costo de mano de obra” para la elaboración de un producto determinado, el cual fue estimado a partir de una muestra de fábricas en una región de cierto país.
- **Métricas:** Son las relaciones entre variables del proyecto, expresadas en forma matemática, que muestran cómo se está desempeñando el proyecto. Permite también comparar el comportamiento del proyecto con variables o parámetros similares de otros proyectos, negocios, mercados, industria, etc. El rendimiento sobre la inversión es una métrica que está conformada por la variable “utilidad neta” y la variable “inversión”, que al dividir la primera entre la segunda, se obtiene una métrica que expresa la magnitud del aprovechamiento de la inversión sobre las utilidades del proyecto. Además, se puede comparar este resultado con métricas similares de otros productos, empresas, industria, etc.

2.5.4 Variables financieras básicas

- **Ventas:** Es el ingreso que reconoce el proyecto por la entrega o mercadeo de un producto o la prestación de un servicio. Las ventas pueden ser retribuidas en efectivo, equivalente de efectivo o en otro tipo de bienes [4]. El ingreso por ventas que genera el proyecto no deben confundirse con las remuneraciones en efectivo que éste pueda producir, ya que el ingreso por ventas sólo es reconocido al momento en que se lleva a cabo la venta, esto es, el momento en el que el precio de la venta es determinable y los costos y gastos son conocidos.
- **Costos:** Es el sacrificio, medido por el precio pagado, para adquirir, producir o para mantener bienes o servicios [4]. Se refiere al precio que se paga por todos los recursos que están relacionados directamente con el producto o servicio. Es importante distinguir entre costos y erogaciones en efectivo, ya que un costo es reconocido sólo al momento de la venta, mientras que una erogación en efectivo puede suceder antes de que la venta se haya llevado a cabo.

Los costos se pueden clasificar en dos categorías:

- Fijos:** Si son constantes y recurrentes en el tiempo, sin tener una relación directa con el número de unidades producidas o el número de servicios prestados. Por ejemplo, el sueldo anual que percibe la tripulación de una empresa aérea es independiente del número de vuelos que haya realizado en el año, pero representa un costo para la aerolínea, ya que sin la tripulación no podría prestarse el servicio de transporte.
 - Variables:** Si están directamente relacionados con el número de unidades de producción o el número de servicios prestados. Por ejemplo, el precio que paga una empresa aérea por combustible está en función a las horas voladas por los equipos de vuelo, y se considera un costo, ya que sin combustible, el equipo no puede volar y no es posible prestar el servicio de transporte.
- **Gastos:** Se refiere al sacrificio, medido por el precio pagado, para administrar la adquisición, producción y mantenimiento de bienes o servicios, así como para dar la capacidad de servicio, operación y venta a los mismos. Se refiere al precio que se paga por todos los recursos, que sin estar directamente relacionados con el producto o servicio, son indispensables para la operación, la administración y su venta. Es importante distinguir entre gastos y erogaciones en efectivo,

ya que un gasto es reconocido en la fecha estipulada por una obligación contraída, mientras que una erogación en efectivo puede suceder después de la fecha establecida.

Los gastos se pueden clasificar en dos categorías:

- i **Fijos:** Si son constantes y recurrentes en el tiempo. Por ejemplo, la renta de un inmueble, los sueldos que se pagan al personal administrativo, el arrendamiento del equipo de vuelo, etc
- ii **Variables:** Si no son recurrentes, o son incidentales. Por ejemplo, los viáticos que paga la empresa por viajes a sus empleados, las comisiones por ventas, la publicidad, etc.

Una característica importante de los gastos variables, es que éstos pueden omitir o reducir, con el propósito de que el proyecto pueda obtener una mayor utilidad de operación. Por ejemplo, es posible reducir las comisiones de venta, omitir los cursos de capacitación programados, disminuir los viáticos, reducir la publicidad, etc

- **Flujo de Efectivo:** A partir de la definición de ventas, costos y gastos, es posible deducir que un aumento (disminución) en la utilidad neta no siempre coincide con un aumento (disminución) en el efectivo que pueda generar el proyecto. La mejor estimación del monto en efectivo que pueda producir el proyecto es el flujo neto de efectivo libre (*FE*), el cual representa al monto efectivo sin tomar en cuenta la manera como el proyecto se financia [18]

El FE se definen como:

Utilidad neta (utilidad antes de impuestos)	Mide la rentabilidad del proyecto, pero incluye flujos de financiamiento (intereses) y gastos que no son erogaciones en efectivo (depreciación). Tampoco incluye los cambios en el capital de trabajo o la compra de nuevos activos fijos, los cuales impactan en el efectivo del proyecto
+ Depreciación	Representa un gasto que no produce erogaciones en efectivo, por lo que se suma a la utilidad neta
+ Pagos por intereses después de impuestos (neto)	Los gastos por intereses son deducibles de impuestos, se añade a la utilidad neta los costos por intereses después de impuestos (1- tasa de impuesto) para neutralizar su efecto sobre la utilidad proyecto

- **Incremento en el activo a corto plazo** Cuando las ventas se incrementan, requiere de mayor inversión para los inventarios, cuentas por cobrar, etc. Estos aumentos en el activo a corto plazo no representa un gasto para propósitos de los impuestos, pero si representa una erogación en efectivo
 - + **Incremento en el pasivo a corto plazo** Cuando las ventas se incrementan genera un incremento en el financiamiento. Este incremento en el pasivo a corto plazo provee de efectivo al proyecto. Como está relacionado directamente con las ventas, se incluye en el flujo de efectivo
 - **Incremento en activos fijos al costo** Un aumento en los activos fijos necesita de erogaciones en efectivo, lo cual reduce el flujo de efectivo del proyecto
- **Inversión:** se refiere al gasto que se tiene que llevar a cabo para la adquisición de propiedades, equipo, y otros activos de capital, siempre y cuando estos gastos generen ingresos [4].

Un proyecto puede requerir de una inversión inicial única, mientras que otros proyectos podrán requerir de diferentes montos de inversión en diferentes periodos en el horizonte del tiempo. El planteamiento del plan de negocios del proyecto determinará por sí mismo los requerimientos de inversión y el momento oportuno para llevarlo a cabo.

Nota: Es importante destacar que las variables financieras que se describen en los párrafos anteriores, pueden ser denominadas con otros términos en algunos textos relacionado con el tema. Por ejemplo, G. Guajardo [20] utiliza el término *ingresos*, para denotar a las *ventas*. El mismo autor emplea *activo circulante* para denotar al *activo a corto plazo*. También supone que en el rubro de *gastos* se agrupan todos los recursos que requiere la entidad para operar, no distingue entre *costo* y *gasto*, tampoco distingue entre los conceptos de *fijo* y *variable*.

En el caso del texto escrito por L. Solomon, R. Vargo, R. Shroeder [21], emplea los términos *ingresos* y *ventas* indistintamente. También utiliza al término de *activo circulante* para denotar al *activo a corto plazo*; emplea además el término *gasto indirecto* para denotar a los *costos* y *gastos variables*.

En el texto de A. Pérez [22], se emplea el término *ventas totales* para denotar al concepto de *ventas*, también utiliza *activo de trabajo* para denotar al *activo a corto plazo*.

Con lo anterior, se quiere hacer notar que no es tan importante cómo se denomine a una variable financiera, siempre y cuando la definición de esta variable respete y cumpla con las reglas de la contabilidad.

2.5.5 El modelo financiero base

Se refiere a una estructura básica que define la construcción de las ventas, los costos y los gastos (de operación e inversión) en el horizonte de tiempo seleccionado. El **modelo financiero base** resume y formaliza al modelo conceptual del plan de negocios empleando para su construcción a las variables, a los parámetros, a las estadísticas y las métricas definidas con anterioridad bajo un **enfoque sistémico**¹⁵.

El modelo financiero base establece la primera aproximación de la rentabilidad del proyecto, al determinar la utilidad de operación, o bien, la utilidad antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización (UAIIDA).

El modelo financiero base es la plataforma de tablero de mando que se mencionó en la sección 2.3 de este capítulo, ya que establece la interacción de los elementos (cuantificados) que integran al plan de negocios.

El modelo financiero base se puede construir bajo tres puntos de vista:

- a) **De arriba hacia abajo** (*top down*): Es la manera clásica de desarrollar un modelo financiero. Inicia determinando a las ventas, luego establece los costos y finalmente se definen los gastos (los costos y los gastos pueden estar en función de las ventas). Como se puede observar, la UAIIDA dependen esencialmente de los supuestos que generan las ventas, los cuales son los generadores de todas las demás variables del modelo.

La ventaja de este modelo radica en el hecho de que la UAIIDA refleja las condiciones y los supuestos considerados para el desarrollo de las ventas.

La desventaja que puede presentar este modelo financiero base está en el hecho de que la UAIIDA depende estrictamente del cómo se definieron las variables que integran a las ventas. Si los resultados obtenidos no son los esperados, habrá la necesidad de variar los supuestos del mercado, el precio del producto, o bien del proceso de producción.

¹⁵ Ver figura 8 en el capítulo 4 y figura B.1 en el anexo B.

- b) **De abajo hacia arriba** (*bottom up*): Este modelo establece a las ventas como una variable dependiente de los costos y los gastos. Puede construirse a través de establecer una UAIIDA predeterminada y como un objetivo para los periodos de análisis del proyecto. A partir de la UAIIDA se establecen los costos, gastos e ingresos requeridos para alcanzar la meta establecida

La ventaja de este modelo es obvia; se determinan las ventas en función de una UAIIDA determinada. Es posible verificar si la utilidad deseada es factible de lograrse, también es posible determinar el intervalo o elasticidad de las condiciones de mercado que hace posible a las ventas

La desventaja de este modelo radica en el hecho de que la UAIIDA deseada puede ser el factor determinante para desechar un proyecto, por el hecho de encontrar que los ingresos no son factibles dada una utilidad preestablecida.

- c) **Mixto**: Consiste en combinar los esquemas de los dos modelos anteriores. Define las ventas de acuerdo a las condiciones y supuestos del mercado. Por otro lado establece una UAIIDA esperada o deseada. La construcción del modelo se desarrolla de **arriba hacia abajo** y de **abajo hacia arriba** simultáneamente, dejando como variable dependiente a los gastos

Esta estructura de modelo respeta los supuestos del mercado y la utilidad objetivo. Permite a la vez establecer el margen de los gastos (fijos y variables) que son susceptibles a llevarse a cabo por el proyecto y ajustarlos de tal forma que se cumpla el objetivo de utilidad a través de los ingresos preestablecidos.

El riesgo que se corre con la estructura de este modelo es el de determinar que los gastos resultantes sean insuficientes para llevar a cabo el proyecto

2.5.6 Criterios y metodologías de proyección

Todos los modelos de planes de negocios deben desarrollarse tomando como punto de partida un año base. Algunas variables del plan de negocios pueden modificarse en el horizonte del tiempo.

Sin embargo, es recomendable que los precios de los productos para vender, los costos y los gastos se mantengan iguales para todo los periodos del horizonte de tiempo (o sea, a **precios constantes** del año base). Es decir, que es aconsejable no considerar a la variable **inflación** en

el desarrollo del proyecto, ya que dificultaría su desarrollo y su evaluación financiera.

Lo anterior no quiere decir que no se reconozca que algunas variables del plan de negocios aumenten o disminuyan en el horizonte de tiempo. Es válido considerar que la producción se vea incrementada en un cierto porcentaje para un periodo dado, ya que el objetivo del plan de negocios es la de obtener mayor participación en el mercado. Por otro lado, es válido también suponer que los gastos de venta por publicidad disminuyan en un periodo dado, ya que así lo establece la estrategia del plan de negocios.

Generalmente los criterios de proyección de algunas variables del proyecto están relacionados con la interacción de ciertas variables exógenas y su impacto en el proyecto (variables endógenas), tales como el crecimiento económico del país, la región o una ciudad; el comportamiento del mercado cambiario; las políticas de crédito por parte del sistema financiero; la reacción esperada de la competencia; la aceptación de producto por los consumidores; etc.

Los criterios de proyección deberán estar siempre sustentados en estudios que los justifiquen plenamente. Por ejemplo, las unidades esperadas de producción en el tercer año se pueden incrementar en 10% debido a que existe un estudio de mercado que establece que la demanda crecerá para ese año en particular. Quiere decir que los crecimientos (decrecimientos) de algunas variables del proyecto no deberán ser indiscriminadas.

Existen metodologías formales y probadas para proyectar variables en los planes de negocios. Todos los métodos de pronóstico están fundamentados en modelos estadísticos (lo cual supone que se dispone de información histórica que relacione a la variable que se pretende proyectar). Los modelos de proyección pueden ser tan simples o tan complejos como se quiera, ya que en todos los casos se cuenta con la ventaja de estimar el error de la proyección. Como ejemplo se mencionan las metodologías de ajustes a rectas o curvas de regresión, análisis de series de tiempo o las metodologías de simulación (Monte Carlo).

2.5.7 La nota técnica

La nota técnica es un documento que describe y explica a cada una de las variables que intervienen en el modelo financiero base, además refiere la interrelación entre todas las variables del modelo. También describe a los criterios y metodologías de proyección.

Este documento ayuda a entender la construcción del modelo y lo valida. La construcción de la nota técnica debe elaborarse de manera simultánea al desarrollo del modelo financiero base.

Se recomienda que la nota técnica considere a los siguientes elementos:

- a) **Nombre de la variable:** es una abreviación que denota a una variable, parámetro, estadística o métrica
- b) **Expresión:** es la ecuación matemática de la variable, parámetro, estadística o métrica
- c) **Definición:** Describe con precisión y claridad el significado de la variable, parámetro, estadística o métrica
- d) **Tipo:** especifica si se trata de una variable, parámetro, estadística o métrica
- e) **Unidades:** especifica las unidades como se expresa a la variable, parámetro, estadística o métrica
- f) **Supuesto:** especifica el origen, el criterio o el motivo de la variable, parámetro, estadística o métrica. En su caso, explica el motivo del valor asignado o su comportamiento en el horizonte de tiempo

También es importante que la nota técnica distinga entre las variables o los parámetros de entrada y las variables transformadas. Para efectos del tablero de mando, se recomienda que las variables o parámetros de entrada estén escritas en otro color, de tal forma que permitan distinguirlas de las demás variables, que por lo general son calculadas en función de las primeras. La idea anterior permitirá reconocer qué variables pueden cambiar de valor en el desarrollo del proyecto.

2.5.8 Los estados financieros proforma

Los estados financieros proforma incluyen al estado de resultados, el estado de la situación financiera (balance) y el flujo de efectivo. Éstos formalizan el modelo del plan de negocios y explican el comportamiento económico del mismo a través del tiempo. Son la plataforma para la evaluación económica del proyecto.

A través de ellos, es posible llevar a cabo el análisis fundamental del proyecto. Lo más frecuente es describir las **razones financieras básicas**, así como llevar a cabo el **análisis de estructura porcentual** y el **análisis horizontal** de los estados financieros proforma

2.5.9 Las estadísticas y el análisis de comparación

Se refiere a una tabla que presenta el valor de las principales variables del proyecto. Se puede distinguir entre estadísticas de operación y estadísticas económico-financieras.

La idea de elaborar esta tabla tiene que ver con el propósito de resaltar a las variables más importantes del plan de negocios y que son tomadas en consideración para su ajuste y sincronía dentro del proceso iterativo de desarrollo del proyecto

Estas variables también son utilizadas como “marcas” para ser comparadas con otras variables similares pero fuera del entorno. Por ejemplo, la industria de la aviación a nivel mundial reporta un factor de ocupación en cabina del 65%, mientras que un plan de negocios para una nueva aerolínea supone un factor de ocupación del 70%. En este caso, la nota técnica deberá explicar las razones por las cuales el proyecto supone un factor de ocupación mayor al promedio de todas las aerolíneas.

2.5.10 Variables pivote

En el desarrollo del modelo financiero base es importante identificar a las variables **pivote** o **generadoras**. Una variable es pivote o generadora si ésta genera a otras variables en el modelo. Por lo general, estas variables suelen ser el centro de gravedad del sistema porque explican el comportamiento y los resultados del proyecto. Desde un punto de vista sistémico, las variables pivote, que en algunos casos se tratan también de parámetros, son las variables de entrada (*inputs*) al sistema general que produce un resultado específico (*output*): la rentabilidad del proyecto¹⁶

2.5.11 Análisis de sensibilidad y variables críticas

El análisis de sensibilidad tiene el propósito de establecer el efecto que genera un cambio en ciertas variables con relación a una variable objetivo. Generalmente, la variable objetivo es una métrica de evaluación, como el valor presente neto, la tasa interna de rentabilidad, la utilidad neta, la tasa

¹⁶ Las variables pivote también incluyen a los parámetros que dan origen al sistema.

de rendimiento de la inversión, etc., que se describen en el siguiente capítulo.

El análisis de sensibilidad se lleva a cabo incrementando en una unidad porcentual a las variables o parámetros de entrada, de manera individual, y se observa la magnitud en la variación en la variable objetivo. Si el cambio en la variable objetivo es significativo (positivo o negativo) al incremento de una unidad porcentual de la variable o parámetro de entrada, entonces se dice que esa variable es **crítica**. Los energéticos son un buen ejemplo de variable crítica, ya que el incremento de una unidad porcentual en esta variable genera por lo general un cambio mucho mayor a una unidad en la utilidad neta de cualquier proyecto.

Aunque no se haya dicho explícitamente, el **plan de negocios** se convierte en un **tablero de mando** una vez que todos los elementos que lo conforman están representados en una hoja electrónica de cálculo (ver ejemplo en anexo B).

Hasta este momento es posible apreciar los resultados financieros del proyecto, los cuales se observan principalmente en la utilidad neta, el capital y los flujos de efectivo en un horizonte de tiempo dado. También es posible ajustar el modelo financiero base de acuerdo con algunos objetivos establecidos en el plan de negocios. Es decir, se cuenta con la capacidad de modificar algunas variables pivote para obtener algún resultado preestablecido o deseado, siempre y cuando se justifique.

Sin embargo, aún no se cuenta con los elementos necesarios para evaluar de manera precisa la conveniencia de llevar a cabo el proyecto o desecharlo. En el siguiente capítulo se explicará el proceso de evaluación, los métodos más comunes de evaluación y se sugerirán los criterios de decisión para facilitar la toma de decisiones.

Capítulo 3

Evaluación de proyectos

En este capítulo se describe, dentro de un enfoque sistémico, a la evaluación económica de los proyectos de inversión como un proceso que involucra a todos los elementos de conforman el plan de negocios. Menciona los mitos que frecuentemente se tienen relacionados con la evaluación y describe a los principales métodos que son usados comúnmente en la estimación del valor del proyecto.

3.1 El Proceso de evaluación

Evaluar quiere decir señalar el valor de una cosa [23]. El proceso de evaluación consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición [16]. Por esto, cuando se trata de un proyecto de inversión, el proceso de evaluación se refiere a determinar - a través de ciertas metodologías - el valor económico (factibilidad económica) del proyecto en una fecha determinada, y definir si éste cumple con las expectativas de los inversionistas.

Es importante señalar que en un contexto más amplio, el concepto de evaluar un proyecto puede ir más allá que simplemente determinar el valor económico del mismo. También se puede referir a determinar el **valor** que tiene el proyecto desde diferentes puntos de vista o criterios, tales como: evaluar su impacto social, evaluar su impacto político, evaluar su impacto comercial, evaluar su impacto en el sector en donde se desenvuelve, su impacto ecológico, etc.

En este capítulo, el concepto de **evaluación** se referirá exclusivamente a determinar la **factibilidad económica** del proyecto, es decir, qué tan **rentable** resulta un proyecto de inversión para un periodo determinado de tiempo.

También es importante destacar que la evaluación del proyecto, en el contexto del párrafo anterior, resume todas las decisiones tomadas a través del desarrollo del plan de negocios (ver tabla 1, Fase II del proceso general de desarrollo de proyectos), expresadas en unidades monetarias.

Lo anterior quiere decir que los resultados de la evaluación del proyecto refleja todos los elementos que se tomaron en cuenta para el desarrollo del plan de negocios, tales como: las estrategias, el mercado, la operación, los recursos humanos, los costos y gastos, la tecnología, así como los supuestos y criterios de proyección.

También, la evaluación de los proyectos puede confrontar a los objetivos específicos, como:

- minimizar los costos,
- el ahorro en gastos,
- operar con eficiencia,
- vender al precio justo,
- maximizar la seguridad de operación,
- aumentar el mercado, etc

Por esto, el **proceso de evaluación** de un proyecto es un elemento crítico en el desarrollo del plan de negocios. Una evaluación correcta del proyecto permitirá a los tomadores de decisiones, determinar si éste se lleva a cabo; o por el contrario, conviene eliminarlo. En este sentido, la importancia de la evaluación de proyectos cumple un papel de primera importancia entre los agentes económicos responsables de decidir acerca de la asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión [24]. La evaluación del proyecto permitirá al inversionista decidir sobre la conveniencia de participar en un proyecto, versus otras alternativas de inversión bajo circunstancias diferentes.

Por otro lado, la evaluación del proyecto dará lugar a afinar y llevar a cabo los ajustes necesarios en las variables y parámetros necesarios para alcanzar el objetivo y las metas establecidas en el plan de negocios, el cual se comentó en la figura 2 del capítulo 2 de este trabajo. Por ejemplo, redefinir algún objetivo específico, modificar cierta meta, cambiar algunas estrategias, e inclusive añadir o eliminar alguna característica del producto.

En resumen, el proceso de evaluación de proyectos de inversión implica **identificar, medir y valorar** a los elementos básicos que integran al plan de negocios, expresados en unidades monetarias, como:

- las ventas,
- los costos,
- los gastos,
- la inversión requerida¹⁷, y
- los beneficios esperados

entre distintas y múltiples alternativas de inversión.

¹⁷ La inversión requerida puede llevarse a cabo de dos formas: i) de manera inicial: consiste en una sola erogación que cubrirá los gastos preoperativos del proyecto y permitirá arrancar el negocio; ii) varias y alternadas erogaciones a través del horizonte de tiempo del proyecto. Este trabajo se concentra en la primera alternativa, esto es, una sola erogación inicial, pero no descarta la segunda opción.

En la figura 3 que se presenta a continuación se aprecia un diagrama que muestra de manera sintética al proceso de evaluación. Se puede observar que los supuestos del proyecto disparan el proceso al determinar a las variables y parámetros del sistema. Una vez que el sistema ha procesado la información recibida, éste es valorado a través de una serie de métodos para determinar el valor del proyecto. Como se indicará más adelante, es aconsejable que el proyecto sea evaluado bajo diferentes procedimientos con el propósito de obtener más información sobre el comportamiento del mismo.

Otra característica importante de la gráfica, es la interactividad que se establece entre sus elementos. Esto quiere decir que un resultado poco satisfactorio permite modificar algún elemento del sistema, agregar (eliminar) una variable de entrada, o en su caso, redefinir a los supuestos.

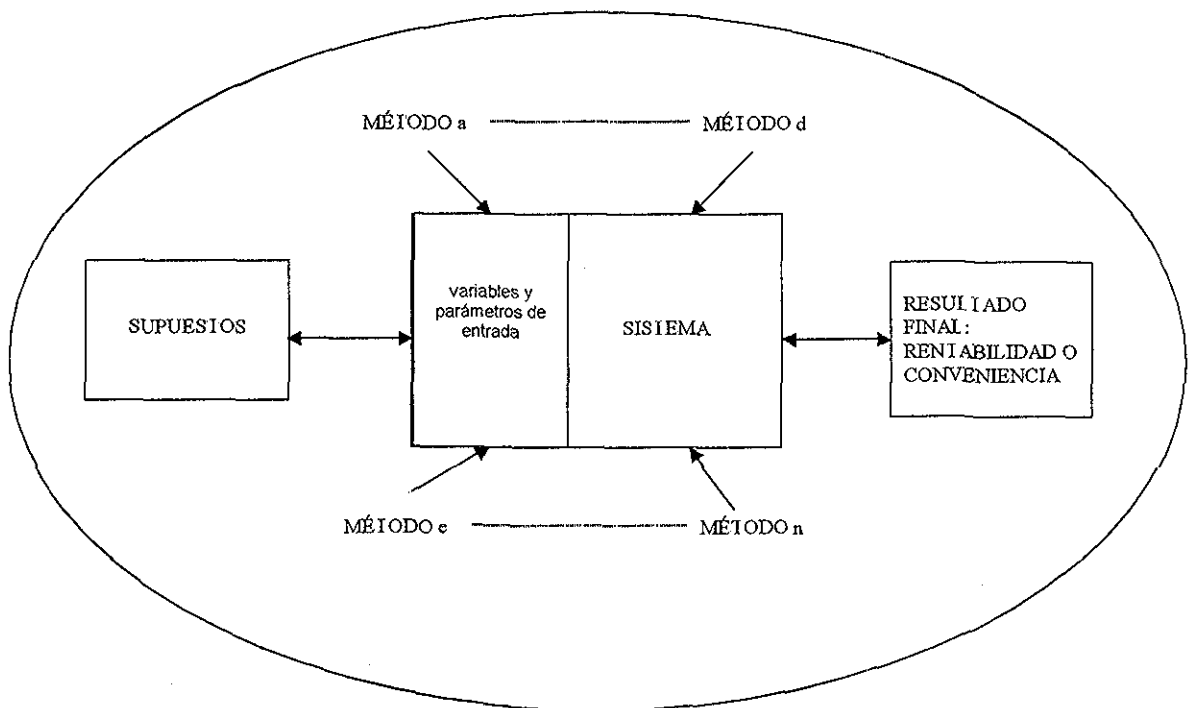


Figura 3 - Enfoque sistémico del proceso de evaluación

Por lo anterior, cuando se mencione el término **evaluación del proyecto** no se referirá meramente al cálculo matemático que genera un resultado puntual bajo una metodología dada, sino a un proceso integral que incluye también el análisis de la definición del método, su interpretación, los criterios de aceptación, sus ventajas y las desventajas, así como las observaciones necesarias para su aplicación.

3.2 Mitos sobre la evaluación de proyectos

Como cualquier otra disciplina, el proceso de evaluación ha desarrollado a través del tiempo una serie de mitos [1] que se comentan a continuación:

- **Los métodos de evaluación son cuantitativos, por lo tanto la evaluación es objetiva:**

Si bien los modelos de evaluación son cuantitativos, las variables y parámetros de lo alimentan pueden provenir de juicios subjetivos. Así pues, los resultados obtenidos de cualquier método de evaluación están fuertemente influidos por los supuestos sesgados que se tomaron en consideración para iniciar el proceso de desarrollo del proyecto

- **Una investigación profunda y una buena evaluación son para siempre:**

Cualquier proyecto y el medio ambiente en el que se desenvuelve no es estático, sino todo lo contrario. Los resultados de la evaluación de cualquier proyecto tienen fecha de caducidad, y por lo general con un intervalo de tiempo corto debido a la dinámica con la que se mueve el entorno. Así pues, las variables y parámetros de entrada deben ser actualizados constantemente para asegurar que al momento de presentar los resultados obtenidos de la evaluación, éstos sean los mas actuales y representativos para el proyecto

- **Una buena evaluación provee una estimación precisa del “valor”:**

Aún al final de un proceso de evaluación cuidadoso y preciso, deberá reconocerse que puede existir sospecha de los resultados obtenidos. Esto se debe a la influencia de los supuestos que se establecen sobre el comportamiento futuro de algunas variables que intervienen en el desarrollo del proyecto. Los resultados no deberán tomarse como verdades “puntuales”; siempre habrá que considerar ciertos márgenes o intervalos de error

- **Entre más compleja y más cuantitativa es la metodología, es mejor el resultado de la evaluación:**

La calidad de la evaluación de un proyecto siempre estará en función del tiempo empleado en la recolección y análisis de la información que alimentará al modelo de evaluación seleccionado, no en función del grado de sofisticación del método elegido para la evaluación del proyecto

- **El mercado está generalmente equivocado:**

La comparación que confronta a las evaluaciones está fuertemente vinculado con el valor que el mercado le asigna. Si el proceso de evaluación arroja un resultado que está “fuera del mercado”, quiere decir que algún(nos) elemento(s) que se tomaron en consideración para evaluar el proyecto están equivocados. Por lo general, el mercado en su conjunto no está equivocado

- **El resultado de la evaluación es todo lo que importa, el proceso de evaluación no es relevante:**

Es una práctica común el suponer que el punto importante de un proceso de evaluación de un proyecto se enfoca exclusivamente en el resultado final que genera el método de evaluación, o sea, el valor *per se* del proyecto. Por el contrario, el proceso de evaluación puede decir mucho más acerca del valor del proyecto, como por ejemplo ¿cuál es precio apropiado para generar la utilidad esperada?, ¿cuáles son las condiciones del entorno que propiciarían que el desarrollo del producto opere con eficiencia? ¿cómo le afectaría al proyecto un cambio en la legislación laboral?

3.3 Modelos de evaluación de proyectos

Existen diferentes metodologías para evaluar los proyectos de inversión. Algunos métodos son simples y otros son más complejos, pero su aplicación depende de las características propias del proyecto. Un proyecto a corto plazo y con una inversión poco significativa, como sería el caso de construir una casa, establecer un negocio familiar (micro empresa), etc., puede evaluarse a través del análisis de las razones financieras y determinar el periodo de recuperación promedio.

En el otro extremo, un proyecto complejo requerirá de una evaluación más amplia y profunda, debido a que estos proyectos por lo general contemplan un horizonte de tiempo prolongado, una inversión considerable y persiguen objetivos ambiciosos. También es importante destacar que este tipo de proyectos comúnmente generan sistemas que involucran a una gran cantidad de variables y parámetros, dentro de las cuales, algunos de ellos demandarán de mucho cuidado y control. A manera de ejemplo se pueden citar dentro de este tipo de proyectos la construcción de un aeropuerto, el establecimiento de una cadena comercial, la instalación de una fábrica, etc.

Los modelos para evaluar proyectos de inversión se pueden clasificar en tres categorías como lo sugiere la siguiente figura:

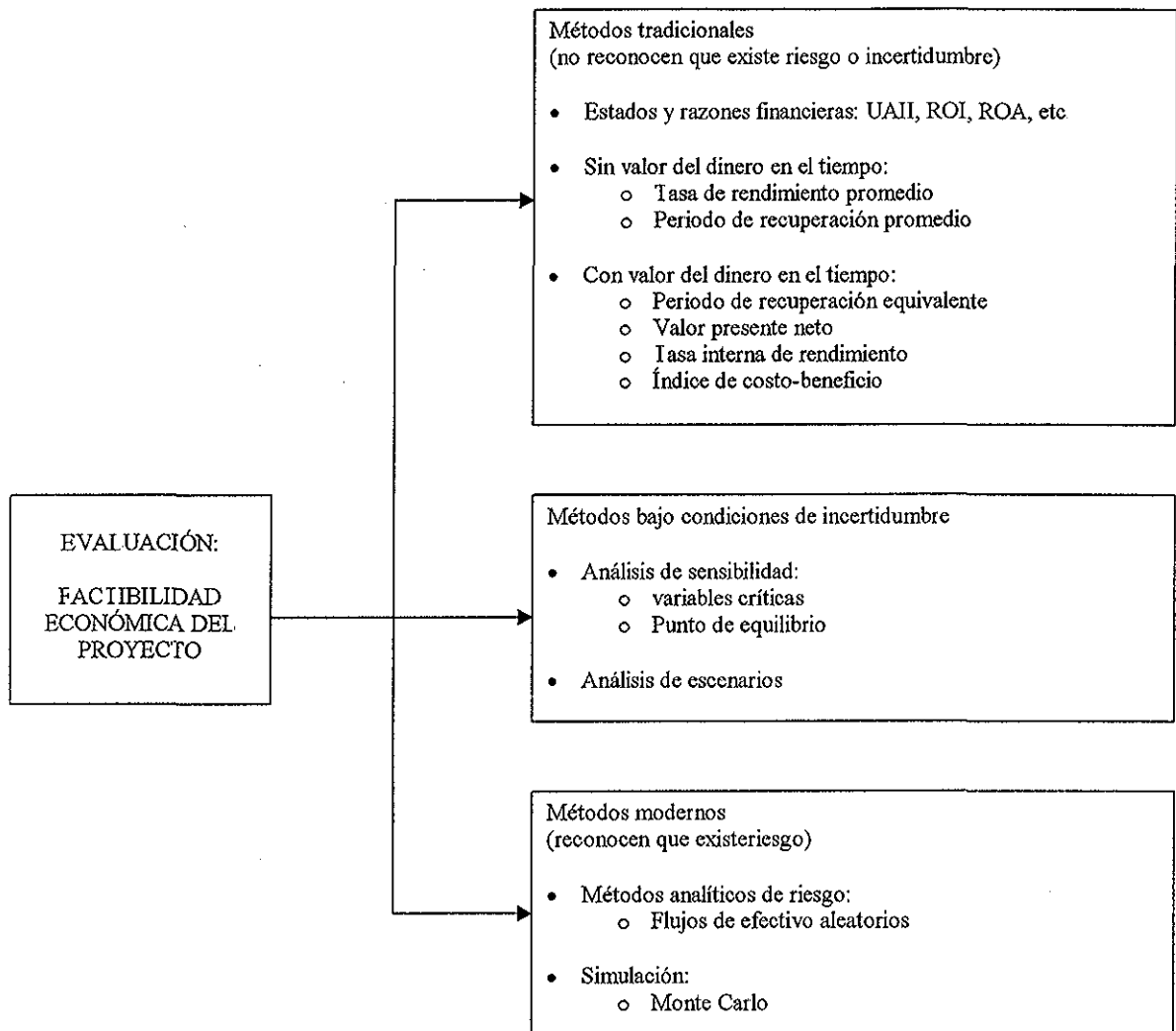


Figura 4: Métodos de evaluación de proyectos

- i Los **métodos tradicionales** se caracterizan por determinar el valor del proyecto sin reconocer explícitamente a los factores del medio ambiente que lo pueden influir de manera negativa a través del tiempo. La aplicación de estos métodos se llevan a cabo cuando se considera que existe la certidumbre necesaria para suponer que los resultados de éstos serán relativamente ciertos en el horizonte de tiempo que comprende el análisis

- ii. Los métodos para evaluar proyectos bajo condiciones de **incertidumbre** permiten contestar la pregunta **¿qué pasa sí?**. Por lo general, estos métodos de evaluación están orientados a medir variables específicas del sistema para conocer los resultados económicos del mismo, en caso de que una o varias variables cambien de valor dentro del horizonte del tiempo (análisis de sensibilidad). También pueden tomar en cuenta a los factores externos del medio ambiente que suelen modificar los resultados esperados del proyecto (análisis de escenarios)
- iii. Los **métodos modernos** de evaluación consideran los factores de **riesgo** asociados al proyecto, por el hecho de que éstos se desenvuelven en un horizonte de tiempo, en el cual se asume que el medio ambiente es dinámico y cambiante. Estos métodos suponen en principio que las condiciones iniciales del proyecto cambian a través del tiempo. Por tal motivo, los metodologías modernas reconocen que el riesgo puede ser cuantificado a través de asociarlo con ciertas distribuciones de probabilidad. También existen métodos que simulan el comportamiento del proyecto en caso de que no se pueda determinar con precisión a la distribución de probabilidad de las variables.

Sin embargo, lo importante al llevar a cabo un proceso de evaluación, no se refiere tanto a la metodología y a la complejidad de los métodos, sino a la interpretación de los resultados obtenidos, su interrelación y los criterios para definir la factibilidad económica del proyecto. También es recomendable llevar a cabo más de una metodología para evaluar a los proyectos y comparar los resultados, de tal forma que evite omitir alguna característica propia y distintiva del proyecto. A continuación se describen los métodos de evaluación más comunes para las categorías i) y ii) mencionadas anteriormente y que corresponden a los dos primeros cuadros de la figura 4.

3.4 Metodología tradicional para la evaluación de proyectos

Los métodos tradicionales de evaluación toman en consideración tres elementos fundamentales:

- i El horizonte de tiempo para el análisis
- ii Los flujos de efectivo generados en el horizonte de tiempo, y
- iii La tasas de interés vigentes en los mercados

Los métodos tradicionales¹⁸ para evaluar proyectos pueden diferenciarse en dos grupos:

a) **Métodos simples:** No toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo

a.1) Tasa de rendimiento promedio (*TRP*)

a.2) Periodo de recuperación de inversión promedio (*PRP*)

b) **Métodos complejos:** Considera el valor del dinero en el tiempo

b.1) Periodo de recuperación de inversión equivalente (*PRIE*)

b.2) Valor presente neto (*VPN*)

b.3) Tasa interna de rendimiento (*TIR*)

b.4) Índice de costo – beneficio (*ICB*)

3.4.1 Método de la tasa de rendimiento promedio (*TRP*)

Este método es una versión extendida de la razón financiera conocida como rendimiento de la inversión (*ROI*). Sin embargo, mientras que el *ROI* está definido para un solo periodo de tiempo la *TRP* considera a todos los periodos que conforman el horizonte de análisis.

- **Definición:**

$$TRP = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \text{utilidad neta}_j}{\frac{\text{inversión}}{2}}$$

Nota: A pesar de que se supone que la inversión es inicial, este método supone que la inversión transcurre (o se gasta) en el horizonte de tiempo de manera lineal. Por este motivo la inversión promedio se expresa como la inversión inicial entre dos, o sea a la mitad del horizonte de tiempo del análisis.

¹⁸ En este trabajo no se toma en cuenta los análisis de los estados y las razones financieras. Sin embargo se mencionaron por considerarse de importancia en el análisis de la evaluación de cualquier proyecto.

- **Interpretación:** Es la tasa de rendimiento que se espera obtener de manera constante en un horizonte de tiempo, tomando como referencia a la inversión requerida por el proyecto y a la utilidad neta como beneficio neto. Si un proyecto de inversión propone una tasa de rendimiento promedio del 11.16%, puede leerse de la siguiente manera: Por una unidad monetaria invertida, se recibirá en promedio como utilidad 11.16 centavos anuales, durante el periodo que contempla el horizonte de análisis
- **Criterio de decisión:** El proyecto se puede aceptar si la *TRP* es mayor o igual a una tasa nominal de inversión sobre un instrumento financiero para un horizonte de tiempo similar al del proyecto.
- **Ventajas:** Permite estimar fácilmente los rendimientos anuales promedio que se pueden obtener por el proyecto. También especifica la tasa promedio mínima de rendimiento del proyecto, ya que se espera que ésta sea superior si se toma en consideración que la utilidad neta descuenta a la depreciación y amortización del proyecto.
- **Desventajas:** No toma en consideración el valor del dinero en el tiempo. Supone que las utilidades netas en el horizonte de tiempo valen lo mismo en cualquier punto de evaluación. Por otro lado, la tasa de rendimiento obtenida no toma en consideración los gastos reembolsables, como es el caso de la depreciación y la amortización, por lo que el resultado obtenido está castigado. Esta métrica también considera que la inversión se consume de manera uniforme en el tiempo de análisis. Es sensible al horizonte de tiempo considerado para el análisis.
- **Observaciones:** Este método puede ser utilizado cuando el horizonte de tiempo de análisis del proyecto es corto, a lo más dos años y el monto de la inversión no es significativo. Si el periodo de análisis es de un año por ejemplo, se puede calcular la *TRP* tomando las doce utilidades netas mensuales.

3.4.2 Método del periodo de recuperación promedio (*PRP*)

Este método permite establecer el periodo de tiempo en el cual se puede recuperar la inversión inicial, tomando en consideración los flujos de efectivo del proyecto en un horizonte de tiempo específico.

- **Definición:**

$$PRP = \sum_{j=1}^x \text{flujos de efectivo}_j \sim \text{inversión}$$

- **Interpretación:** La inversión se recupera después de x tiempo, sin tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Si el periodo de recuperación de un proyecto que fue analizado en un horizonte de tiempo de 14 meses, es de 5.47, se puede leer como sigue: La inversión inicial total se va a recuperar después de haber transcurrido 5 meses y 14 días.
- **Criterio de decisión:** Se acepta el proyecto si la recuperación de la inversión se establece dentro del horizonte de tiempo. Entre menor sea el periodo de recuperación, aumenta el nivel de aceptación de esta métrica.
- **Ventajas:** Permite determinar rápidamente en qué momento se recuperará la inversión inicial y si éste está ubicado dentro del periodo de análisis.
- **Desventajas:** No toma en cuenta el valor de los flujos de efectivo en el tiempo y es sensible al plazo de tiempo establecido para el análisis del proyecto
- **Observaciones:** Este método puede utilizarse en proyectos de inversión poco relevantes y cuyo horizonte de tiempo es corto.

3.4.3 Método del periodo de recuperación de inversión equivalente (*PRIE*)

Al igual que el método de periodo de recuperación promedio (*PRP*), este método especifica el punto en el horizonte de tiempo de análisis, en el cual la inversión inicial es recuperada por los agentes económicos que aportaron al proyecto. Sin embargo, en este método sí se toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Por ello, se establece una tasa r que representa la tasa de interés promedio - en el horizonte de tiempo - que el agente económico espera obtener como rendimiento sobre la inversión efectuada en el proyecto. Este método se define a través de una ecuación de valor para establecer en qué momento las aportación de capital afectadas por una tasa de rendimiento, son equivalentes a percepción de los flujos de efectivo afectados por una tasa de rendimiento

- **Definición:**

$$\text{inversión} \cdot (1+r)^{-\text{PRIE}} = \sum_{j=1}^n \text{flujo de efectivo}_j \cdot (1+r)^j, \text{ entonces}$$

$$\text{PRIE} = - \frac{\ln \left\{ \sum_{j=1}^n \text{flujo de efectivo}_j \cdot (1+r)^j \right\}}{\ln \{ \text{inversión} \cdot (1+r) \}}$$

- **Interpretación:** El desembolso de capital es equivalente en un punto del tiempo (*PRIE*) a las entradas de efectivo, tomando en consideración el rendimiento de los flujos de efectivo en un horizonte de tiempo.
- **Criterio de decisión:** Se acepta el proyecto si la recuperación de la inversión se establece dentro del horizonte de tiempo. Entre menor sea el periodo de recuperación, aumenta el nivel de aceptación de esta métrica.
- **Ventajas:** Permite establecer en el horizonte del tiempo, el momento en que las obligaciones y los derechos son equivalentes, tomando en consideración una tasa de rendimiento promedio suponiendo que los flujos de efectivo se reinvierten periodo con periodo.
- **Desventajas:** Asume una tasa de rendimiento constante a través del tiempo, cuando es común suponer que las tasas de rendimiento son volátiles en el tiempo. También es sensible al horizonte de tiempo asumido para el análisis del proyecto.
- **Observaciones:** Este método toma en consideración el valor del dinero en el tiempo. El punto crítico de este método reside en la determinación de la tasa r que represente el rendimiento promedio que el inversionista está dispuesto a obtener por la asignación de los recursos económicos al proyecto. A pesar de que es un método más preciso que el método *PRP*, hay que tomar en consideración también el tiempo de maduración del producto y el periodo de análisis del proyecto.

3.4.4 Método del valor presente neto (*VPN*)

Este método es el más común para evaluar proyectos de inversión, ya que permite determinar el beneficio económico neto evaluado al inicio del horizonte de tiempo de análisis. El *VPN* evalúa a todos los ingresos y egresos del proyecto en un momento determinado del tiempo (que generalmente es el momento cero, o inicio del horizonte de tiempo de análisis: $t = 0$). Para ello, toma en consideración una tasa de interés que representa el rendimiento que los agentes económicos esperarían obtener por la asignación de capital al proyecto.

El resultado obtenido por el *VPN* está expresado en unidades monetarias, y éste puede ser positivo, cero o negativo. El *VPN* expresa en unidades monetarias lo que queda en efectivo después de **pagar** todas las erogaciones del proyecto y **ganar** lo que el inversionista requiere. El *VPN* mide en unidades monetarias y en $t = 0$, cuánto más rico es el inversionista por invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en otra alternativa de inversión que rinde la tasa de interés asumida en el cálculo.

- **Definición:**

$$VPN = \sum_{j=1}^n \text{flujo de efectivo}_j \cdot (1+r)^j - \text{inversión inicial}$$

- **Interpretación:** Es el beneficio neto, expresado en unidades monetarias que recibe el inversionista en el momento de evaluación $t = 0$. Quiere decir que descuenta al beneficio total del proyecto la inversión efectuada en el mismo. Supone que los flujos de efectivo son reinvertidos a una tasa de interés r , que equivale a la tasa de rendimiento que espera obtener el agente económico por invertir su capital en el proyecto.
- **Criterio de decisión:** Se acepta el proyecto siempre y cuando el VPN sea positivo y su magnitud satisfaga las expectativas de los inversionistas. Por esto, el VPN se vincula con el índice de costo – beneficio que se explica en el punto 3.4.6
- **Ventajas:** Permite a los inversionistas conocer los beneficios económicos netos por el hecho de invertir en el proyecto. También facilita evaluar los rendimientos entre el proyecto y otras alternativas de inversión (otros proyectos por ejemplo).
- **Desventajas:** Este método genera un resultado el cual está en función de dos elementos críticos: el horizonte de tiempo de análisis y la tasa de rendimiento que se supone en la evaluación (la cual se considera constante). Supone la reinversión de los flujos de efectivo, lo cual no siempre es cierto en todos los proyectos.
- **Observaciones:** La fecha de evaluación del VPN puede establecerse en cualquier momento en el horizonte de tiempo, sin embargo se conviene determinarlo al inicio del proyecto, ya que es más fácil de interpretar el resultado. Es recomendable considerar que la tasa de interés r con la cual se evalúa el valor presente de los flujos de efectivo (descuento de los flujos de efectivo) sea equivalente a la TREMA, en lugar de tomarla como el costo de capital, ya que es obvio que los agentes económicos que aportan capital a un proyecto asumen el hecho de obtener rendimientos superiores a los que representaría el costo por el capital aportado.

3.4.5 Método de la tasa interna de rendimiento (*TIR*)

Este método no evalúa la rentabilidad de un proyecto por sí mismo, más bien establece una base de comparación entre diferentes alternativas de inversión.

La *TIR* es un índice que establece la mayor rentabilidad de un proyecto y está definida como la tasa de interés i que reduce a cero el valor presente neto

(VPN). Por esto mismo, la *TIR* representa a la tasa de rendimiento máxima que un inversionista puede aceptar para participar con su capital en un proyecto de inversión.

- **Definición:**

$$\text{inversión inicial} = \sum_{j=1}^n \text{flujo de efectivo}_j * (1+i)^j, \text{ o bien}$$

$$\sum_{j=1}^n \text{flujo de efectivo}_j * (1+i)^j - \text{inversión inicial} = 0, \text{ o bien}$$

$$VPN = 0$$

- **Interpretación:** Es la tasa de rendimiento máxima (*i*) que puede aceptar un agente económico por exponer su capital en un proyecto determinado. Supone que los flujos de efectivo se reinvierten en el tiempo.
- **Criterio de decisión:** Se acepta participar en el proyecto si la tasa de rendimiento que espera obtener el inversionista (*TREMA*) es menor a la *TIR* con un cierto margen de holgura. A mayor diferencia entre la *TIR* y la *TREMA*, indica mayor seguridad en la inversión (ver figura 5).
- **Ventajas:** Establece el techo de la tasa de rendimiento que un inversionista puede esperar. Compara a la *TREMA* versus la tasa máxima que generará utilidades positivas al inversionista
- **Desventajas:** Por tratarse de un concepto teórico, es muy frecuente que la *TIR* no sea completamente comprendida y se interprete como la tasa de rendimiento por la inversión en el proyecto.
- **Observaciones:** Para ilustrar con mayor profundidad el concepto de la *TIR*, se presenta a continuación un ejemplo numérico:

Supóngase que un inversionista cuenta con un \$1 para invertir en un proyecto que espera generar flujos de efectivo durante los próximos cinco años como sigue: \$0.30, \$0.25, \$0.30, \$0.20 y \$0.30 respectivamente. Si el inversionista espera obtener un rendimiento de su inversión del 11.0936%, podrá llevar a cabo el siguiente análisis:

Tiempo	Saldo Inversión	Flujo de Efectivo	Intereses	Amortización Inversión
0	-1.00			
1	-0.81	0.30	-0.11	0.19
2	-0.65	0.25	-0.09	0.16
3	-0.42	0.30	-0.07	0.23
4	-0.27	0.20	-0.05	0.15
5	0.00	0.30	-0.03	0.27
Total		1.35	-0.35	1.00

Tabla 2: Amortización del flujo de efectivo con saldo final igual a cero

En el momento cero, el inversionista eroga \$1, por lo que su capital se disminuye en una unidad monetaria. El peso erogado pudo haber generado un rendimiento de \$0.11 al final del primer periodo. Sin embargo, el inversionista recibe \$0.30 en el mismo periodo por los resultados obtenidos (flujo de efectivo) del proyecto. Quiere decir que si le resta al flujo de efectivo los intereses que hubiera obtenido, le queda a su favor \$0.19, los cuales amortiza a la unidad monetaria que invirtió inicialmente.

Si se continua desarrollando la tabla anterior con el mismo criterio, se podrá observar en los resultados finales de la tabla, que el inversionista percibió en total \$1.35 derivado de los flujos de efectivo que generó el proyecto. Dejó de percibir \$0.35 por concepto de intereses y amortizó \$1 a su inversión inicial. Por lo tanto resulta un saldo final en su inversión de \$0.00.

Si el inversionista percibió \$1.35 al final de cinco años, dejó de percibir \$0.35 por intereses y amortizó \$1 a su inversión, resulta que el inversionista no obtuvo ganancias adicionales, pero tampoco perdió. En este ejemplo, la tasa de rendimiento del 11.0936% es la *TIR*.

Ahora bien, si se analiza el mismo caso, pero suponiendo una tasa de rendimiento del 8%, se construye la siguiente tabla:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tiempo	Saldo Inversión	Flujo de Efectivo	Intereses	Amortización Inversión
0	-1.00			
1	-0.78	0.30	-0.08	0.22
2	-0.59	0.25	-0.06	0.19
3	-0.34	0.30	-0.05	0.25
4	-0.17	0.20	-0.03	0.17
5	0.12	0.30	-0.01	0.29
Total		1.35	-0.23	1.12

Tabla 3: Amortización del flujo de efectivo con saldo final diferente de cero

Siguiendo la misma lógica en el razonamiento para la construcción de la tabla 2, se puede apreciar que al final del quinto año, el saldo de la inversión es de \$0.12 a favor del inversionista.

Si trasladamos los \$0.12 al momento cero, afectados a la misma tasa de inversión del 8%, (esto es, $0.12 * (1.08)^{-5}$) resulta de \$0.08, que equivale al valor presente neto.

De este ejemplo se deduce que el inversionista ganó \$0.08 por haber invertido \$1 en el proyecto citado. Recibió \$1.35 derivado de los flujos, mas \$0.12 como saldo de su inversión, es igual a \$1.47. Por otro lado dejó de percibir \$0.23 por intereses y amortizó \$1.12, igual a \$1.35. Entonces $1.47 - 1.35 = 0.12$, que valen \$0.08 en el periodo inicial del análisis.

En ambos ejemplos, se puede observar que el inversionista mantuvo su capital inicial de \$1.

La relación entre el valor presente neto y la tasa interna de rendimiento para los ejemplos anterior es la siguiente:

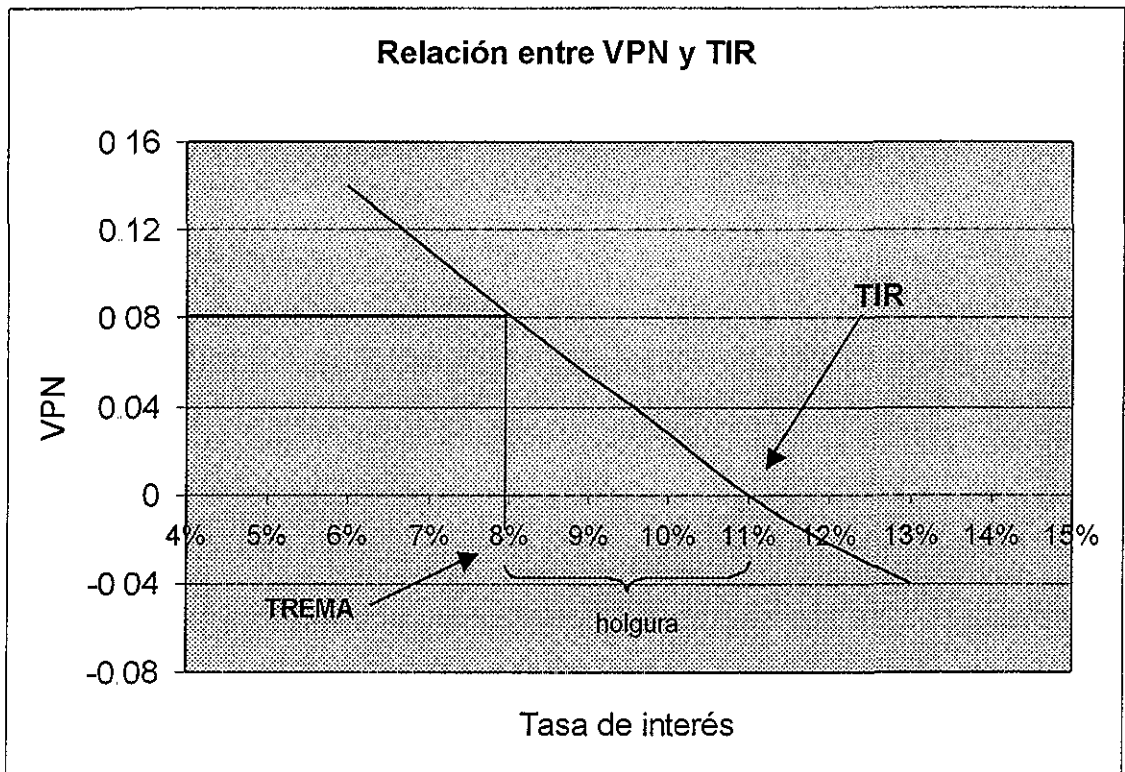


Figura 5: Relación entre el VPN y la TIR

En esta gráfica se puede observar fácilmente que si la TREMA es menor a la TIR, entonces el VPN será positivo y conducirá a la aceptación del proyecto. Si la TREMA es mayor a la TIR, entonces el VPN será negativo, por lo cual se rechazará el proyecto.

3.4.6 Método índice de costo – beneficio (ICB)

El ICB es un indicador que muestra la relación entre la ganancia neta evaluada en el momento cero del horizonte del tiempo (VPN descrito en 3.4.4) y la inversión inicial. Si bien el método del VPN muestra si el rendimiento neto es factible económicamente, el índice de costo-beneficio indica la magnitud del rendimiento.

- **Definición:**

$$ICB = \frac{VPN}{Inversión}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- **Interpretación:** Expresa la magnitud del beneficio neto con relación a la inversión, evaluados ambos en un mismo punto del tiempo. Este índice se expresa en unidades porcentuales.
- **Criterio de decisión:** Está en función del porcentaje sobre la inversión que espera el inversionista obtener como rendimiento neto, y dependerá también del tipo de producto que lo relaciona al proyecto.
- **Ventajas:** Establece la magnitud del rendimiento evaluado a través del método del *VPN*
- **Desventajas:** El índice está en función al horizonte de tiempo de análisis y la tasa de interés que descuenta los flujos de efectivo, que se considera constante en el tiempo.
- **Observaciones:** Para comprender este indicador se puede ejemplificar de la siguiente manera: Si un proyecto presenta un índice costo-beneficio de 0.2419 (o bien el 24.19%), esto indica que por cada \$1 que invierta un agente económico, éste recibirá como rendimiento neto total 24.19 centavos de la unidad monetaria al inicio del proyecto.

3.5 Método del análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, que se describió parcialmente en la parte final del capítulo 2, se lleva a cabo cuando existen condiciones de incertidumbre para uno o más parámetros, y tiene la intención de medir la sensibilidad de una decisión a los cambios en los valores de una o más variables o parámetros [6]. Los objetivos de un análisis de sensibilidad son los de proporcionar información relacionada con:

- i El comportamiento de la medición de los resultados económicos debido a errores al estimar diversos valores en las variables y/o parámetros
- ii. La posibilidad de que se reviertan las preferencias en las alternativas de inversión económicas

El método para el análisis de sensibilidad que se propone en este trabajo consiste en determinar el cambio que sufre una variable objetivo, en función al cambio de una variable en una unidad porcentual. El análisis de sensibilidad debe de llevarse sobre las variables pivote¹⁹ del sistema y que se describen con mayor detalle en el capítulo 4²⁰ de este trabajo.

¹⁹ Las variables pivote también incluyen a los parámetros que dan origen al sistema.

²⁰ Las variables y los parámetros pivote están representadas en el tablero de mando (hoja electrónica de cálculo) en color magenta y rojo respectivamente.

El método consiste en incrementar en una unidad porcentual a la variable o parámetro y observar el incremento o decremento en una variable objetivo, como pudiera ser la utilidad neta, el valor presente neto, la tasa interna de rendimiento, etc. Es importante destacar que las variables pivote generarán un resultado positivo o negativo en la variable objetivo. Sin embargo hay que considerar que si el incremento del 1% en la variable pivote genera un resultado positivo en la variable objetivo, implica que un decremento del 1% en esa variable pivote generará un decremento en la variable objetivo. Lo mismo sucede en las variables pivote que disminuyen a la variable objetivo.

Es recomendable que este análisis se lleve a cabo tomando una variable por vez, es decir, no modificar más de una variable a la vez, ya que de lo contrario no sería posible identificar cuál de las variables fue la responsable de que se diera el cambio en la variable objetivo.

- **Definición:**

$$\Delta 1\% \text{ Variable} \Rightarrow \Delta x\% \text{ o } \nabla x\% \text{ Variable objetivo}$$

- **Interpretación:** El incremento del 1% en una variable pivote del modelo financiero base, genera un cambio porcentual en una variable objetivo. Si el cambio observado en la variable objetivo es significativamente mayor al 1%, se deduce que la variable pivote es muy sensible a cualquier cambio y se le denomina **variable crítica**.
- **Criterio de decisión:** Una vez que se determina a una variable crítica, se estresa²¹ a la misma para conocer su nivel de tolerancia o aceptación de variación de la variable crítica.
- **Ventajas:** Permite identificar a las variables y los parámetros que son críticos de manera individual en un proyecto determinado. La definición de las variables críticas permite establecer medidas de control para prevenir aquellas situaciones en las que éstas variables o parámetros puedan cambiar por diversas razones. Este análisis posibilita observar la magnitud del efecto en una variable de objetivo, como resultado de haber alterado una variable pivote en una magnitud del 1%.
- **Desventajas:** Los resultados observados en la variable objetivo son parciales ya que sólo observa el efecto de una sola variable. El método no posibilita analizar eficientemente el efecto de la modificación de más de una variable a la vez, ya que resultaría difícil determinar la responsabilidad de las variables pivote en el resultado de la variable objetivo.

²¹ Se refiere a incrementar la variación porcentual en la variable crítica a valores extremos y observar los resultados en la variable objetivo hasta establecer un nivel máximo de tolerancia.

- **Observaciones:** Se recomienda llevar a cabo este análisis en todos los proyectos de inversión para identificar a las variables críticas del proyecto tomando como variable objetivo al valor presente neto (*VPN*). Si la variación del 1% en una variable pivote, como sería el caso de los energéticos en un proyecto, impacta de manera negativa en un 1.5% al *VPN*, implicaría que la organización deberá tomar medidas preventivas para reducir el riesgo en caso de que la variable “energéticos” pudiera variar abruptamente en el horizonte de tiempo de análisis. En la figura 6 se puede observar el efecto en el *VPN* por el incremento del valor en los energéticos. También se puede apreciar que se decidió establecer un nivel de tolerancia sobre el *VPN* en 5 millones de unidades monetarias, que equivale a tolerar un cambio en el costo de los energéticos de hasta el 2.5% sobre su valor original.

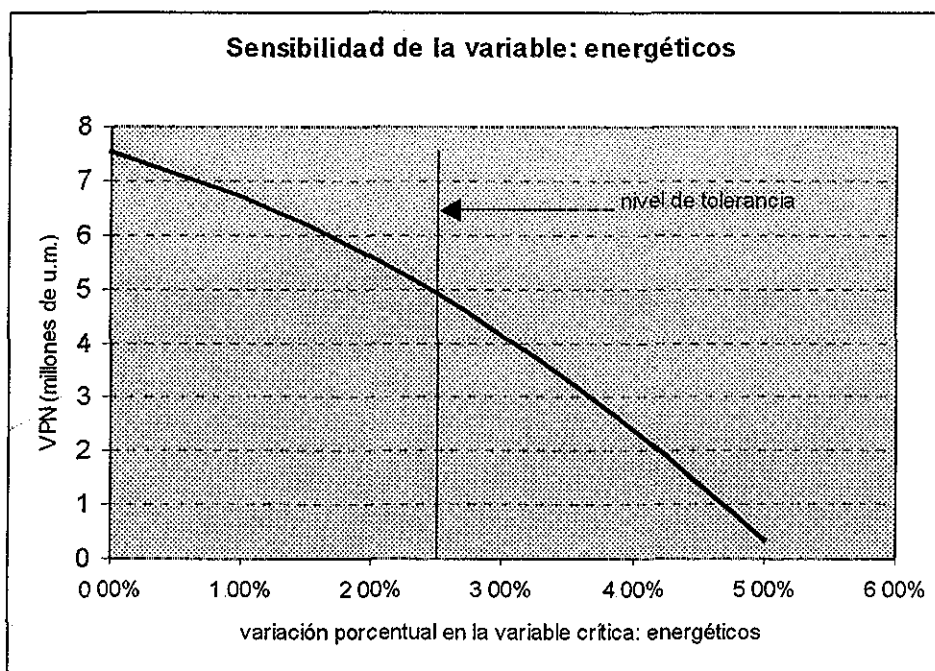


Figura 6: Análisis de sensibilidad de la variable crítica **energéticos** sobre la variable de resultado: *VPN*

También se puede observar que un incremento mayor al 5% en los costos de los energéticos produciría un resultado negativo en el *VPN*.

Si otra variable se modifica en una unidad porcentual y su impacto en el *VPN* es del 0.25%, puede deducirse que esta variable no es crítica y que sus fluctuaciones no son significativas en los resultados financieros del proyecto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se ha podido observar, todos los métodos detallados anteriormente evalúan al proyecto desde un punto de vista particular. No es posible establecer cuál de todos es el mejor, ya que cada uno de ellos revela una característica específica del proyecto. Por esta razón, y como se ha comentado a través de este trabajo, resulta conveniente que al momento de llevar a cabo el proceso de evaluación, se elija más de un método, para que al analizar los resultados, éstos puedan ser interpretados bajo diferentes puntos de vista. Sin embargo, hay que reconocer que los métodos tratados en este capítulo omiten una característica importante: los cambios en el medio ambiente y su impacto en el proyecto.

Capítulo 4

Desarrollo de escenarios

En el presente capítulo se expone la importancia que representa en el desarrollo del proyecto la construcción de diferentes escenarios. También se mencionan a los elementos clave que los conforman y se propone una metodología para su construcción.

4.1 Análisis de escenarios

En el momento en que se desarrolla un proyecto, la regla general para hacerlo es considerar las condiciones económicas, financieras, tecnológicas, políticas, sociales, de mercado, etc., que imperan en ese momento. Estas condiciones del entorno pueden ser favorables o desfavorables para el proyecto y el resultado se aprecia en el momento en que se evalúa el proyecto por el(los) método(s) que se elija(n).

Sin embargo, sin ser importante en este momento el método utilizado para evaluar al proyecto, siempre está presente la pregunta: ¿se mantendrán constantes las condiciones actuales — internas²² y externas del proyecto — como en el momento en que fue evaluado para que genere los resultados (beneficios) obtenidos por la evaluación?

Parece obvio que la respuesta a la pregunta anterior es negativa. La economía y las finanzas no son estáticas, tampoco los sistemas sociales y políticos, la tecnología cambia a una velocidad sorprendente día a día y el mercado demanda cada vez más nuevos y/o mejores productos. Quiere decir que en los últimos años los sistemas que conforman al medio ambiente se han tornado en sistemas muy dinámicos y por ello más cambiantes.

No existe ningún método estadístico confiable para pronosticar ni la duración ni las tendencias de los fenómenos económicos, financieros, políticos, sociales, etc., que imperan en el momento en que se desarrolla y evalúa cualquier proyecto. Por este motivo se ha agregado al **proceso general para el desarrollo de proyectos** (tabla 1) el concepto de **escenarios**. Este concepto fue definido por P. Schwartz [25] como sigue:

²² Es erróneo considerar que los escenarios sólo se refieren al cambio de las variables externas al proyecto. También es válido generar escenarios tomando en cuenta elementos internos del proyecto, como sería el caso de suponer que un equipo va a ser reemplazado después de cierto tiempo y generará mayor producción y por ende mayores beneficios económicos.

“ (los escenarios son) historias que describen futuros diferentes, pero creíbles. Tomados en su conjunto, representan una herramienta para ordenar las percepciones sobre entornos futuros alternativos que afectarán las consecuencias de las decisiones tomadas ahora”

Esta metodología fue aplicada inicialmente en los años sesenta para fines estratégicos militares en los EE.UU., y se expandió a proyectos económicos de las empresas en la siguiente década por la Royal Dutch Shell [26] quien a través de Pierre Wack, director de planeación de la mayor empresa petrolera del mundo en aquella época, adaptó el concepto de las necesidades de su empresa, y como consecuencia supo anticipar y aprovechar la inestabilidad y crisis mundial del sector petrolero de los años setenta.

4.2 Elementos clave en el desarrollo de escenarios

Como el propósito de elaborar escenarios es la de flexibilizar la imaginación con respecto al futuro, no es conveniente “mecanizar” o establecer metodologías rígidas para el proceso de su generación. Sin embargo, es importante mencionar aquellos elementos que serán claves para su elaboración:

a) Cantidad de escenarios

La cantidad de escenarios que se desarrollen para un proyecto deben ser los suficientes para abarcar todas las posibilidades que la imaginación pueda suponer sobre el futuro, pero no tan numerosos como para abrumarla.

El **escenario base** corresponde a la primera versión del proyecto y refleja las condiciones imperantes del momento en que se desarrolla el proyecto. El escenario base será el eje para el desarrollo y análisis de escenarios.

Es recomendable generar al menos dos escenarios alternativos a la escenario base y no más de cuatro, pero se sugiere que el número total de escenarios (incluyendo al escenario base) debe ser impar para facilitar el análisis (simetría, tomando como base el escenario base)

La recomendación para la generación y análisis de escenarios es la siguiente: tomar como punto de partida al escenario base con los supuestos que lo generaron. Se desarrolla un escenario alternativo que represente un entorno propicio (más positivo al entorno actual) para los rendimientos del proyecto y también se define un escenario alternativo que refleje un entorno desventajoso (más negativo al entorno actual) para la inversión en el proyecto.

b) Definición de escenarios

Siempre existe la tentación de describir a los escenarios alternativos como “buenos” y “malos”; u “optimista” y “pesimista”. Parece lógico por ejemplo, denominar al escenario que conduce a mayores rendimientos para los inversionistas como el escenario optimista. Sin embargo, este tipo de etiqueta puede generar demasiada subjetividad al proceso de elaboración de escenarios. Lo que es bueno para un inversionista puede ser malo para otro, dependiendo de cómo y cuánto haya invertido. Así como de su actitud al riesgo y el grado en que se manifiesta dicha actitud.

Por lo tanto, la mejor manera para **denominar** o **etiquetar** a un escenario es a través de la descripción de las características propias del escenario definido. Por ejemplo, un escenario puede llamarse de las siguientes formas:

1. Alto crecimiento y baja inflación
2. Bajo crecimiento y alta inflación
3. Crecimiento moderado, inflación moderada
4. Sustitución de equipo arrendado por compra de equipo
5. Crecimiento en la participación de mercado
6. Desaceleración económica mundial y mercadeo por Internet

Como se puede observar en la definición de los escenarios descritos anteriormente, los tres primeros se refieren a escenarios que sólo incluyen a variables exógenas que pueden impactar en los resultados del proyecto. En el caso de los escenarios 4 y 5 se definen exclusivamente a variables endógenas al proyecto que también impactarán los resultados económicos del proyecto. Por último, el escenario 6 describe un cambio en el entorno y una estrategia interna del proyecto que seguramente tendrán un efecto en la rentabilidad del proyecto.

c) Análisis de factores determinantes

Los factores determinantes para la definición de los escenarios se pueden deducir de toda la información que se refiere a los eventos económicos, financieros, sociales, políticos, tecnológicos, etc., que pueden influir en el desarrollo del proyecto. Como ejemplo:

- **Factores económicos:** Desaceleración económica mundial o de algún país con influencia importante en el resto del mundo, celebración de un tratado comercial con un bloque económico, apreciación de la moneda en el país, etc.

- **Factores financieros:** Fuentes de financiamiento escaso y/o caro, facilidades de inversión en un instrumento financiero en cierta región, imposición de nuevas políticas fiscales, etc.
- **Factores sociales:** Tensión social por exceso de pobreza; gusto por un producto de moda, etc
- **Factores políticos:** Freno al proceso de desregulación en algún sector económico, aprovechamiento de recursos a ciertos sectores de la población, aplicación de recursos y programas en cierta industria, etc.
- **Factores tecnológicos:** Identificación de preferencias del consumidor, hábitos de consumo, localización satelital de vehículos, compras a través de sistemas inalámbricos móviles, etc
- **Factores demográficos:** Movilidad de la población, crecimiento de urbes y reducción del medio rural, migración a otros países en busca de empleo, envejecimiento de la población, etc
- **Factores de reglamentación y legislación:** Facilidades u obstáculos para llevar a cabo cierta actividad económica, normas para poder operar en ciertas industrias, etc.
- **Factores ecológicos:** Conservación del medio ambiente, desecho de desperdicios, aprovechamiento y reciclaje de materiales, normas para la operación sin afectar el entorno, regiones restringidas para llevar a cabo la producción de ciertos bienes o servicios, etc.
- **Factores específicos:** Situaciones especiales que pueden incidir específicamente en un sector por alguna situación temporal o circunstancial.

Como se puede apreciar, algunos de los factores descritos anteriormente pueden estar interrelacionados entre sí. Sin embargo, el **análisis de factores** se refiere a identificar con la mayor precisión posible aquellos factores o variables tácitas que pueden influir directamente en el proyecto y cambiar en el horizonte de tiempo de manera significativa, modificando por ello los resultados económicos del proyecto

Puede darse el caso, por ejemplo, que para un proyecto que consiste en instalar una cadena de tintorerías en el país no influya la desaceleración económica de los EE.UU., pero sí influya la nueva política fiscal que adopte el gobierno.

d) Variables de impacto

Los factores que se mencionan en el inciso anterior tienen un efecto directo en ciertas variables que están definidas en el plan de negocios. Por ello, un factor específico puede incidir en el valor que asume una variable del proyecto en el tiempo.

Por lo anterior, es indispensable relacionar a los factores determinados en el análisis de los escenarios con las variables pivote y/o variables críticas que fueron definidas en el proyecto (ver figuras 9 y B.3)

Por ejemplo, si el precio de los combustibles es una variable crítica para un proyecto en específico, habrá que relacionarlo con todos los factores externos que están involucrados con la determinación de su precio. En este caso sería recomendable analizar las relaciones entre los países productores de petróleo con el resto del mundo, también analizar el nivel de consumo de los energéticos debido a posibles cambios climatológicos, etc.

e) Magnitud de los cambios

Es posible aprovechar los datos históricos para poder suponer las variaciones entre los diferentes escenarios. Los métodos estadísticos pueden dar una buena idea de la magnitud de los cambios cuando se cuenta con información histórica. Por ejemplo, ¿qué tanto puede crecer (decrecer) el PIB al tratar de definir un escenario? ¿en cuánto puede cotizarse el tipo de cambio con relación a cierta divisa?

Es evidente que al definirse los escenarios deberán explicarse los supuestos racionales sobre el comportamiento de los factores que los generan, la magnitud de la variación, así como la explicación del impacto en cierta(s) variable(s) del proyecto.

No sería inteligente suponer escenarios excesivamente positivos o negativos si no existe una justificación plena de los mismos. Por ello, la importancia de llevar a cabo, si es posible, un análisis estadístico entre las relaciones de los factores para determinar la magnitud de sus posibles cambios en el tiempo. Por ejemplo, los eventos climatológicos en el pasado generaron inviernos muy crudos para ciertos periodos analizados y propiciaron alzas en los precios de los combustibles; entonces es importante establecer qué tanto se incrementó el precio del energético por los cambios climatológicos extremos.

f) Impredecibles y sorpresas

Precisamente porque la mayoría de los pronósticos de los factores mencionados en el inciso anterior son extrapolaciones de eventos y datos históricos, las sorpresas o los eventos inesperados son probablemente el aspecto más importante del ejercicio para formular escenarios

Las sorpresas se refieren a eventos (factores específicos) que generan **incertidumbre** en cualquier proyecto ya que son factores **no mensurables**. Quiere decir que no es posible definir "la probabilidad de que ocurra tal evento". Por otro lado, cuando se puede establecer la probabilidad de que ocurra un evento, es posible establecer el **riesgo** de que ocurra tal evento, ya que éste es mensurable. Por lo anterior es frecuente confundir los **eventos impredecibles** y los **eventos extremos**.

Como ejemplo de lo anterior, es posible determinar como eventos extremos a los accidentes aéreos, las inundaciones, los terremotos, la caída de un sistema electrónico, etc., y como eventos impredecibles a un ataque terrorista en una planta eléctrica, un virus informático que afecte el sistema general de una empresa, etc

El motivo principal para formular escenarios es el de imaginar sorpresas, o impredecibles ¿es posible imaginar eventos y situaciones que son impensables en la visión del futuro? ¿cómo suponerlos?

Para facilitar el análisis, las sorpresas o los eventos impredecibles se pueden clasificar como sigue:

1. **Geopolíticas:** Son eventos que pueden resultar por acuerdos o conflictos de intereses entre dos o más regiones. Ejemplo: la caída del sistema socialista en 1989 que promovió el comercio entre más regiones del planeta.
2. **Políticas:** Son eventos que pueden ocurrir por intereses de un grupo o asociación de personas que persiguen un objetivo específico. Ejemplo: el levantamiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional el 1 de enero de 1994.
3. **Sociales:** Son eventos que pueden ocurrir como resultado de un cambio en el comportamiento de un segmento de la población en una región. Ejemplo: suspensión del proyecto del aeropuerto en la Ciudad de México por la oposición de un grupo de campesinos.
4. **Económicas:** Son eventos que pueden ocurrir como resultado de programas y políticas económicas en una región. Ejemplo: Crisis económica en Argentina en 2002.

5. **Financieras:** Son eventos que pueden ocurrir en el sistema financiero de cualquier región del mundo. Ejemplo: La alteración de los estados financieros en importantes empresas en los EE.UU. en 2002.
6. **Naturales:** Se refiere a eventos de origen natural que traen como consecuencia una catástrofe o devastación en una región. Ejemplo: El terremoto en la Ciudad de México 1985.
7. **Culturales:** Son eventos que se derivan del comportamiento, costumbres, religión, etc., de una población en una región determinada. Ejemplo: El ataque terrorista al Centro Mundial de Comercio en Nueva York en 2001.

A pesar de que la mayoría de las sorpresas son eventos casi impredecibles, T. Heyman [26] propone desarrollar un calendario de factores relevantes para los años en que se desarrolla el pronóstico del proyecto y relacionarlos entre sí para tratar de elaborar una conclusión que pueda llevar a suponer cualquier tipo de sorpresas. Este autor se refiere a llevar a cabo un análisis de todos los eventos pasados y presentes para poder **inferir** sobre posibles eventos que resultarían impredecibles suponer bajo una lógica del sentido común. Sin embargo, hay que reconocer que este ejercicio puede resultar difícil de llevarse a cabo, ya que requeriría del análisis de mucha información y de un grupo numeroso de especialistas y expertos en diversas disciplinas.

El proceso de desarrollo de escenarios puede resumirse en la siguiente figura:

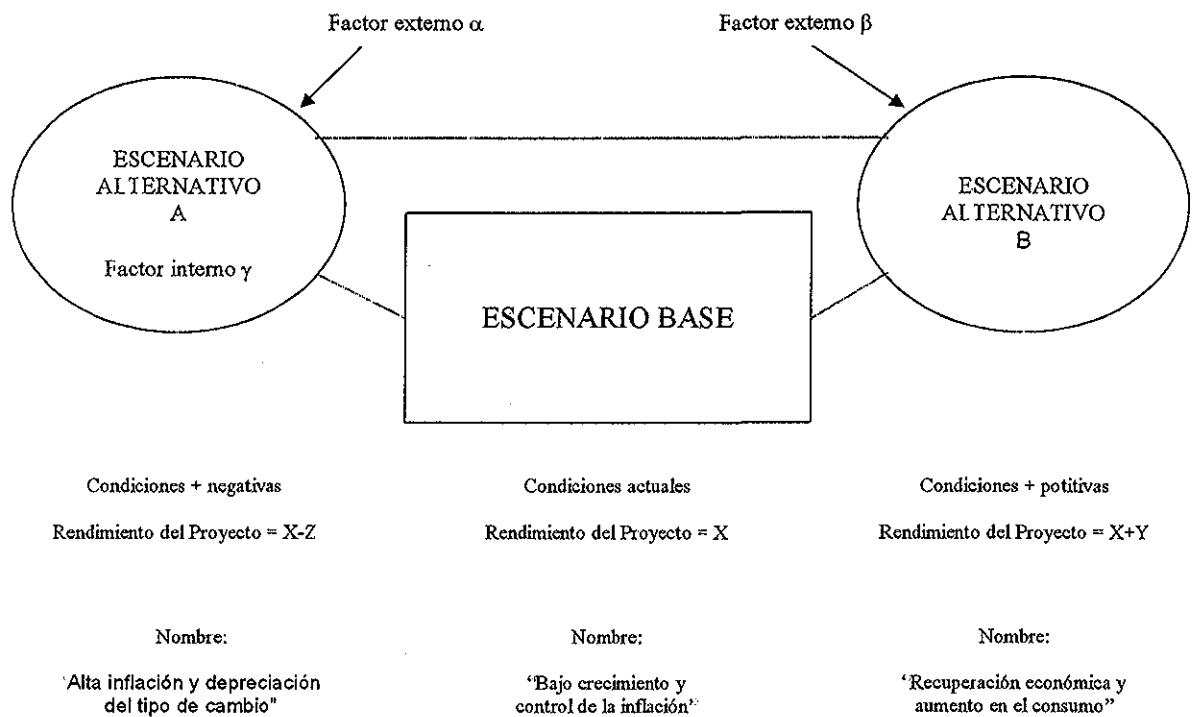


Figura 7: Proceso general para el desarrollo de escenarios

4.3 Metodología general para el desarrollo de escenarios

Elaborar un escenario no es una tarea sencilla. Como lo menciona K. Van Der Heijden [27], el proceso de generación de escenarios deberá llevarse a cabo por un grupo de expertos, de preferencia interdisciplinario, que pueda construir y resumir todas las alternativas posibles con relación a futuros posibles de una realidad actual.

El mismo autor plantea una metodología compleja para la construcción de los escenarios que difícilmente se puede llevar a cabo en la práctica, ya que por lo general, las empresas y los generadores de proyectos no cuentan con el tiempo ni los recursos suficientes para llevar a cabo dicha tarea²³.

²³ Los proyectos de gran alcance o demasiado complejos, como la construcción de un aeropuerto, sí conforman a grupos de especialistas que evalúen a la mayoría los factores mencionados en este texto.

Por lo anterior, se propone a continuación una metodología sencilla para la generación de escenarios como una herramienta de evaluación de los proyectos. A continuación se describen los elementos que hay que desarrollar para tal fin:

a) Diagrama de conectividad

Consiste en desarrollar un **diagrama del conectividad** entre todos los elementos que forman parte del **plan de negocios** del proyecto, bajo una visión sistémica. El diagrama se ordena en cuatro columnas como se propone en la figura 8.

El diagrama se inicia construyendo la segunda columna, en donde se colocan a todas las variables pivote²⁴ que dan origen al sistema. Las variables y parámetros que conforman esta columna son extraídos del **modelo financiero base** y de la **nota técnica** que se mencionan en el capítulo 2 de este trabajo.

La tercera columna se genera describiendo a todos los elementos que genera el sistema (y forman parte del plan de negocios) como resultado de combinar a las variables y parámetros que son definidos en la segunda columna. Expresa a nuevas variables que son el resultado de combinar a las variables y parámetros iniciales y se les denomina **variables transformadas**. Estas variables ya fueron definidas en el modelo financiero base y en la nota técnica que se mencionan en el capítulo 2.

La cuarta columna se reserva para establecer a las variables financieras que son el resultado de los elementos del sistema que le dan origen, como es el caso de: las ventas, los costos, los gastos, la utilidad neta, etc., y que a su vez dan origen a la rentabilidad del proyecto.

Por último, se construye la primera columna a través de analizar qué elementos, variables o factores están relacionadas con las variables o parámetros que se definieron como pivotes o generadoras del sistema. Estos elementos pueden ser endógenos o exógenos. Por ejemplo, en la figura B.1 del anexo B se puede apreciar que la variable pivote "factor de ocupación" está influida por la variable exógena "mercado". También se puede observar que la variable pivote "frecuencia promedio diaria" está relacionada con la variable endógena "red de rutas".

En la siguiente figura se ilustrar el proceso descrito anteriormente

²⁴ Las variables pivote se describen en el Capítulo 2 de este trabajo

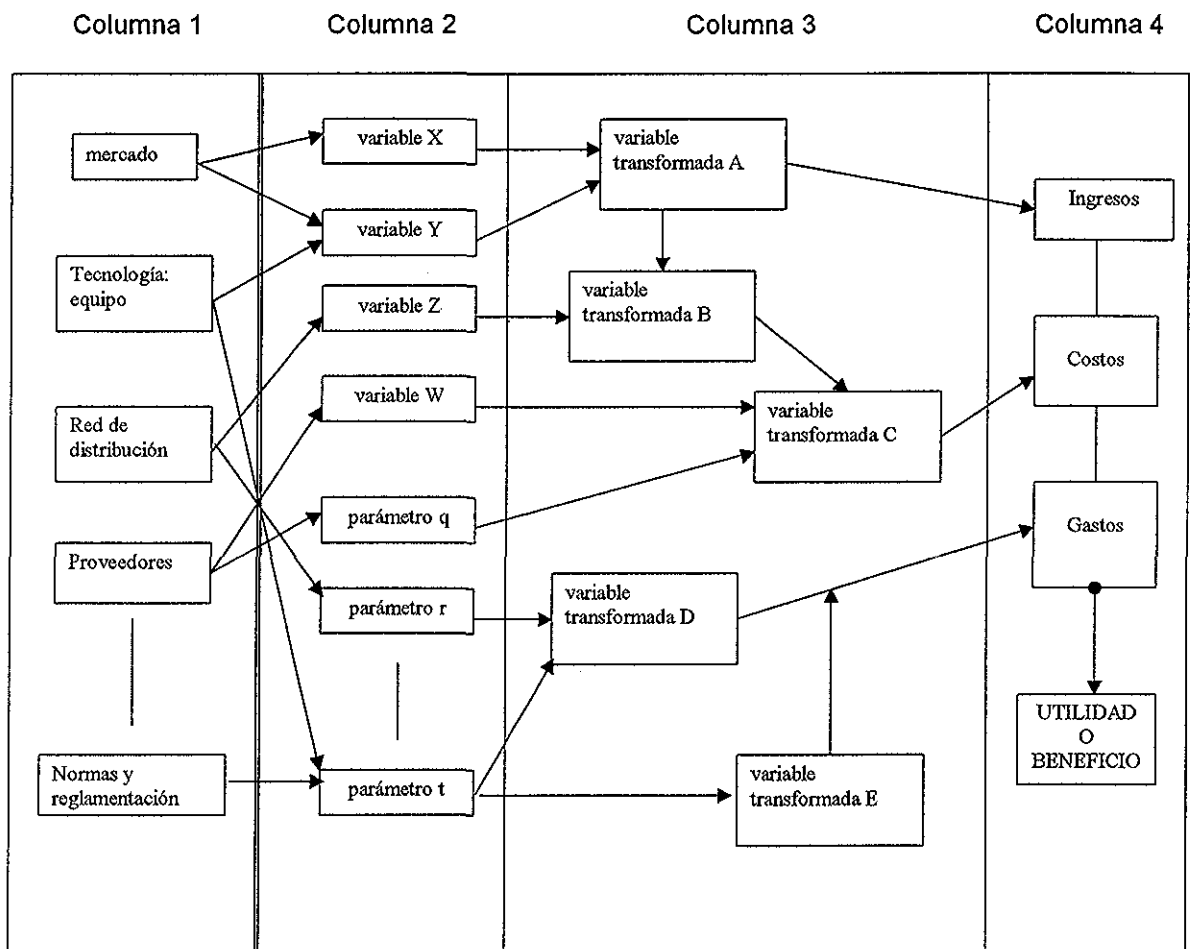


Figura 8: Sistema de conectividad para el plan de negocios

b) Identificación de variables pivote críticas

Una vez que se tiene el mapa sistémico del proyecto, se identifican en la columna dos a las variables pivote que resultaron ser las más afectadas cuando se llevó a cabo el análisis de sensibilidad que se desarrolló al evaluar el proyecto (que fueron identificadas como variables críticas del proyecto). Esta identificación debe distinguir a las variables que afectan los resultados del proyecto de manera positiva, y las variables que lo afectan de manera negativa. También se establece la relación entre las variables pivote críticas con los elementos, variables o factores definidos en la columna número uno del diagrama sistémico de conectividad (figura 8).

c) Factores y su relación con las variables pivote críticas

Se elabora un tabla que describa a todos los **factores** que puedan incidir en el proyecto y que fueron descritos en este capítulo en la sección 4.2.c, como sigue:

FACTORES	EJEMPLO
Ecológicos:	deforestación, fauna, ruido, etc.
Políticos:	beneficio a una región determinada, sustitución de exportación, apoyo a pymes, apoyos a ciertas industrias, etc.
Tecnológicos:	equipos, sistemas de venta, etc.
Financieros:	fuentes de financiamiento, apoyo de instituciones internacionales, etc.
Culturales:	alternativas de transporte, usos y costumbres, etc.
Legislativos	permisos, concesiones, licencias, etc.
Informáticos	estadísticas, proyecciones, etc.
Demográficos	asentamientos humanos, concentraciones, etc.
Específicos	terrorismo, precios del petróleo, insumos, etc.
Reglamentarios	organismos que regulan algunas actividades en ciertas industrias
Territoriales	fronteras, colindancia, etc
Económicos	riqueza del país, región, ingreso per cápita, tipo de cambio, tasas de interés, etc
Mercado	competencia, tarifas, segmentos, nichos, etc.

Tabla 4: Identificación de factores que inciden en las variables pivote críticas

Una vez que se identificaron a los **factores** que inciden en las variables pivote críticas, se elabora una gráfica para relacionarlos. Como se aprecia en la siguiente figura, en el centro de la misma se escriben a las variables pivote críticas de acuerdo a su impacto en los resultados del proyecto, es decir, en **efectos positivos** y **efectos negativos**.

Es posible que más de un **factor** pueda influir en una variable pivote crítica. Por esto, al final de llevar a cabo el ejercicio, se identifican aquellos **factores** que mayor incidencia tuvieron en las variables pivote críticas.

Aquellos factores que inciden con mayor frecuencia a las variables pivote críticas, serán los **factores** que deberán considerarse en el desarrollo de los escenarios. En la siguiente figura se aprecia esta idea:

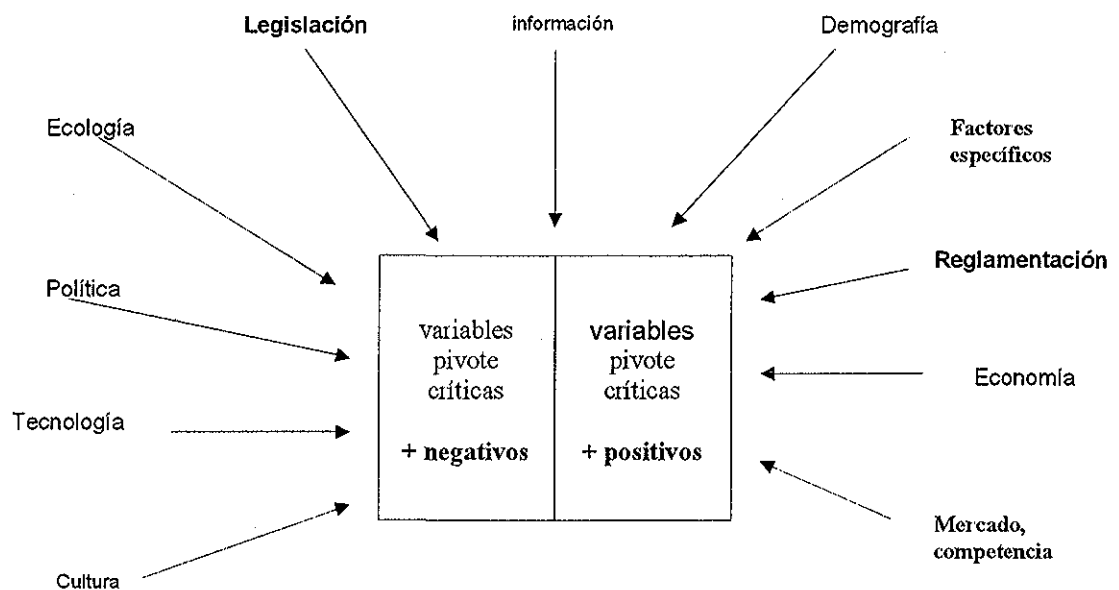


Figura 9: Relación de factores y variables pivote críticas del proyecto

d) Definición de los escenarios

Tomando como base los factores que más impactan en los resultados del proyecto, se procede a definir los escenarios que habrá que desarrollar para el análisis de evaluación del proyecto bajo diferentes "futuros", como se propone a continuación:

Primero: Se describen a los factores que imperan en el momento en el que se desarrolla el proyecto. A este escenario se le puede describir como **escenario base** y se describen sus características. También se detallan a las variables pivote críticas con sus respectivos valores que fueron asumidos en el desarrollo del plan de negocios.

Segundo: Se elabora un escenario **menos positivo** (o más negativo) a las circunstancias que predominan en el momento en que se desarrolla el proyecto y se enuncian a los factores que pueden variar en el transcurso del tiempo. A este escenario se le denomina por sus principales cualidades. Los adjetivos que lo describen deberán **calificar** al escenario. Al igual que en el paso anterior, deberán describirse a las mismas variables pivote críticas con los valores estimados o inferidos a través de un análisis previo²⁵.

Tercero: Al igual que el punto anterior, se desarrolla un escenario **más positivo** al escenario base y se le denomina por sus características más relevantes. También se les asigna valor a las variables pivote críticas de acuerdo al análisis correspondiente. A continuación se presenta un ejemplo de cómo llevar a cabo el proceso descrito anteriormente.

²⁵ La metodología para el análisis que debe llevarse a cabo para determinar el valor de las variables pivote críticas no son objeto de esta tesis. Sin embargo puede consultarse a diferentes autores como es el caso de K. Van Der Heijden [27].

MODELO + NEGATIVO	MODELO BASE	MODELO + POSITIVO
Desaceleración económica y volatilidad en tipo de cambio	Crecimiento moderado y estabilidad en variables macroeconómicas	Crecimiento económico acelerado y alto consumo
<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento económico bajo en USA • PIB negativo en el país • Tipo de cambio inestable y caro • Crece la inflación • Sistema político nervioso y en conflicto • Contagio de crisis de economías Sudamericanas • Alto desempleo • Impera el terrorismo y continua la guerra en medio oriente • etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desaceleración económica mundial • Recuperación económica lenta en USA • Crecimiento 0 en el país • Volatilidad en el tipo de cambio, ajustes • Inflación controlada • Sistema político inestable, no existen acuerdos • Crisis en Argentina y posible contagio con otros países de la región • Desempleo • Terrorismo controlado • Guerra moderada en medio oriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento acelerado en USA • Acuerdos políticos en el país para sustentar el crecimiento • Tipo de cambio estable • Generación de empleo • Volatilidad moderada en variables económicas y financieras • Combate al terrorismo • Se abate la crisis en el cono sur del continente
Valor de Variables y Parámetros	Valor de Variables y Parámetros	Valor de Variables y Parámetros
<ul style="list-style-type: none"> • Variable X = valor • Variable Y = valor • Variable Z = valor • Parámetro Q = valor • Parámetro R = valor • Parámetro S = valor • etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variable X = valor • Variable Y = valor • Variable Z = valor • Parámetro Q = valor • Parámetro R = valor • Parámetro S = valor • etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variable X = valor • Variable Y = valor • Variable Z = valor • Parámetro Q = valor • Parámetro R = valor • Parámetro S = valor • etc.

Tabla 5: Definición y descripción de escenarios

e) Evaluación y Comparación de escenarios:

Una vez que fueron definidos los escenarios como se propone en el inciso anterior, se evalúan sus resultados financieros y los beneficios económicos siguiendo los mismos criterios y metodologías con las que se evaluó al escenario base. Esta tarea permitirá comparar los resultados entre los escenarios definidos y llevar a cabo el análisis del impacto de los factores en las variables pivote críticas del sistema.

Es importante hacer hincapié en el hecho de que los escenarios que se generan para cualquier proyecto serán la plataforma para el desarrollo de la metodología de evaluación que se propone en el siguiente capítulo de esta tesis. También es importante destacar, que esta tesis no pretende proponer la(s) metodología(s) para definir los valores que asumen los parámetros y las variables pivotes críticas en los diferentes escenarios. Sólo trata de ilustrar los elementos básicos que deben de considerarse para el desarrollo de los escenarios.

Capítulo 5

Modelo de evaluación del riesgo en proyectos de inversión

En el capítulo 3 se describieron diferentes métodos para evaluar proyectos desde el punto de vista económico. Sin embargo, los criterios mencionados en dicho capítulo para tomar la decisión de llevar a cabo el proyecto pueden resultar satisfactorios, pero también poco significativos, ambiguos o incluso contradictorios en otros casos.

Por otro lado, sin importar el método elegido para evaluar un proyecto, ¿cómo se puede asegurar que los resultados económicos que se presentan en la evaluación puedan cumplirse a través del tiempo, si reconocemos que dicho proyecto se desenvuelve en un medio ambiente dinámico como el actual?

La pregunta anterior — que seguramente la formula(n) el(los) agente(s) económico(s) que expone(n) su capital en el proyecto — puede ser respondida a través de llevar a cabo un **proceso de modelación** que represente con mayor certeza a la realidad del entorno en el momento en que se lleva a cabo la evaluación del proyecto. Sin embargo, es importante hacer notar que no existen metodologías para evaluar proyectos de inversión que aseguren los resultados económicos del mismo en su totalidad, pero sí es posible llevar a cabo dicha evaluación de tal forma que los resultados se aproximen de manera más precisa a la realidad.

5.1 Proceso de modelación para la evaluación de un proyecto

El proceso de modelación es una herramienta poderosa mediante la cual se puede analizar, diseñar, entender y operar sistemas complejos. Generalmente se elaboran modelos para **emular** (imitar) ó **simular** (representar) fenómenos del mundo real que serían difíciles de explicar por sí mismos.

Por un lado es posible **imitar** el comportamiento de un sistema, y por tanto resulta posible estimar un resultado futuro si tan solo cambiamos el valor (o los valores) de alguno(s) de su(s) componentes. En este caso, si el modelo imita correctamente al sistema, puede afirmarse que no existe incertidumbre ni riesgo en los resultados obtenidos. Por ejemplo, el monto (M) que se espera obtener por haber invertido un capital (C) durante cierto tiempo (n) en un instrumento financiero que ofrece una tasa de rentabilidad (i) específica, puede ser representada como:

$$M = C(1+i)^n$$

Por otro lado, también es posible predecir el resultado que generaría un sistema si se logra **representarlo** a través de algoritmos matemáticos que simulen el comportamiento de sus componentes. En este caso, si bien la incertidumbre se descarta, los resultados del modelo pueden **desviarse** de la realidad que queremos representar. Por ejemplo, el rendimiento esperado en una cartera de inversión ($E(R_p)$) que está conformada por dos instrumentos financieros, así como la desviación (Var_{R_p}) de dicho rendimiento con relación a su valor esperado, pueden expresarse como:

$$E(R_p) = w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2)$$
$$Var_{R_p} = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12}$$

en donde:

- $E(R_1)$ y $E(R_2)$ son los rendimientos esperados para los instrumentos financieros 1 y 2 respectivamente
- w_1 y w_2 son los porcentajes de capital que se asignan a los instrumentos financieros 1 y 2 respectivamente, tal que $w_1 + w_2 = 1$
- σ_1^2, σ_2^2 representan a la varianza de los instrumentos financieros 1 y 2 respectivamente, y
- σ_{12} es la covarianza entre los instrumentos financieros 1 y 2

El proceso de modelación dentro de las ciencias económicas y financieras se puede llevar a cabo utilizando herramientas de diferentes disciplinas de la ciencia, tales como: las matemáticas, la estadística y la probabilidad; de tal forma que el fenómeno estudiado puede ser representado de una manera simplificada y entendible para los tomadores de decisiones. Los modelos generalmente conllevan a una reducción de costos de las empresas que los desarrollan y a mejorar el conocimiento de los elementos que impactan en los resultados económicos de la misma.

El proceso de modelación puede ser representado de manera general como se sugiere en la siguiente figura:

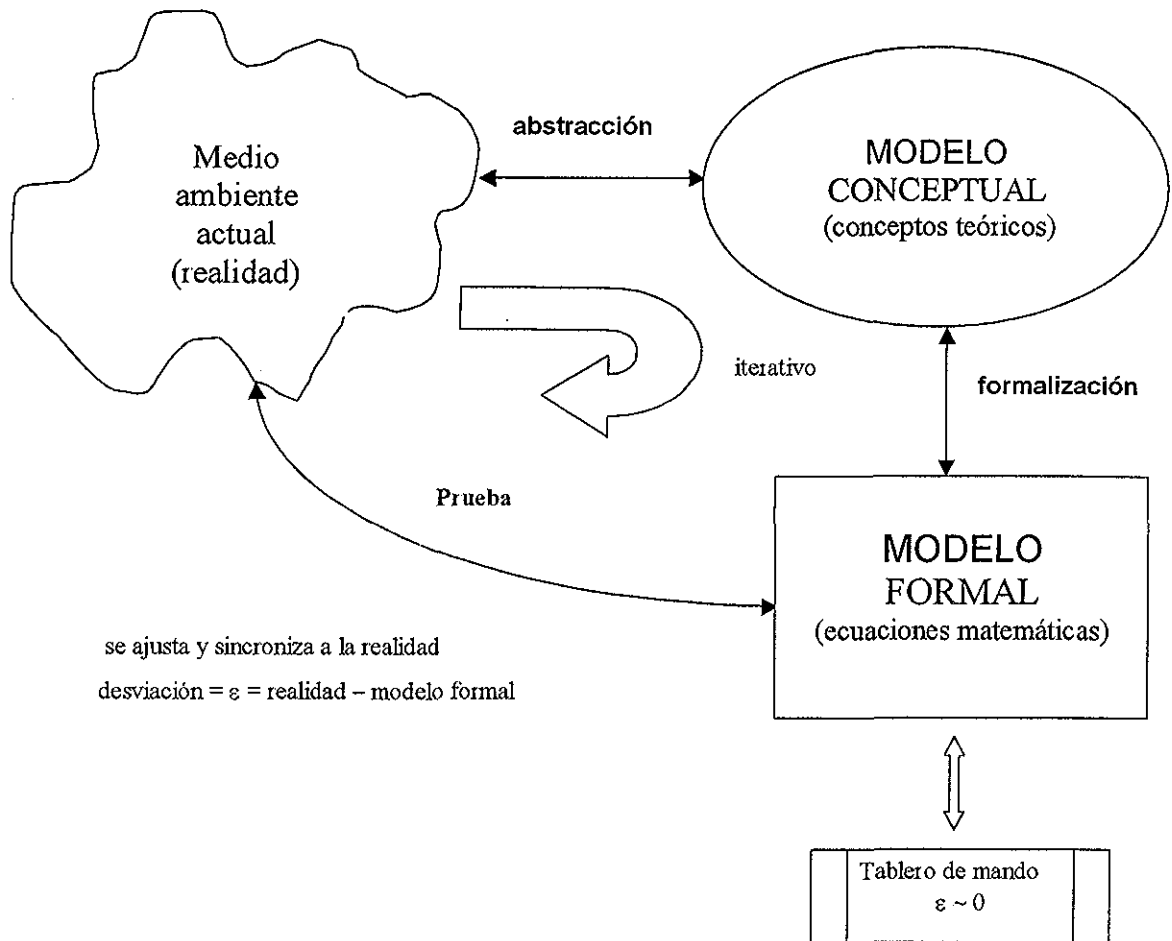


Figura 10: Proceso de modelación a través del modelo de modelos

Como se aprecia en la figura anterior, el **modelo de modelos** está integrado por tres elementos básicos que interactúan entre sí de manera iterativa:

- Medio ambiente:** Es un sistema real que genera o provoca un problema a resolver. En este trabajo, el medio ambiente lo define el proyecto por sí mismo y en específico se refiere a la evaluación económica del proyecto que pueda ser expresada a través de una métrica específica.
- Modelo conceptual:** Es la abstracción del problema a resolver bajo el sustento de un marco teórico. En este modelo se definen los supuestos básicos de los componentes del sistema que conforma el proyecto y también propone de manera teórica la solución al problema. En este

trabajo se refiere al análisis que se tiene que llevar a cabo para poder expresar al medio ambiente bajo una plataforma teórica que pueda definir una nueva métrica para evaluar al proyecto.

- c) **Modelo Formal:** Es la formalización del modelo conceptual. Generalmente se representa a través de enunciados, definiciones y expresiones matemáticas. En este trabajo demuestra que el método que se propone para evaluar al proyecto, cumple con el marco teórico que sustenta el modelo conceptual.

El objetivo de llevar a cabo el proceso de modelación es construir un modelo formal que **represente** (o simule) al medio ambiente de la manera más fiel posible. Una vez que se reconoce y acepta cierto grado de desviación (ε) entre el modelo formal y el medio ambiente, se puede concluir el proceso de iteración entre los tres elementos del modelo mencionado y establecer el producto final, que en este trabajo se ha denominado como el **tablero de mando**, que se mencionó en el capítulo 2. El tablero de mando está representado en este trabajo en una hoja de cálculo electrónica.

5.2 Diseño del modelo conceptual

Como se definió en la sección 3.4.4 de este trabajo, el valor presente neto (**VPN**) se define como el valor actual de la suma de los flujos de efectivo ($FE(t)$, $t = 1 \dots n$) bajo la influencia de cierta tasa de interés r , menos la inversión inicial ($FE(0)$) que requiere el proyecto. También se presume que el proyecto es económicamente factible si el **VPN** es mayor a cero. Por lo tanto, se puede suponer que el método del **VPN** genera una métrica acertada para reflejar la rentabilidad del proyecto.

En un clima de estabilidad comprobada, pudiera pensarse que el **VPN** podría variar relativamente poco conforme el tiempo transcurre. Sin embargo, cuando las variables del entorno son volátiles es obvio que el **VPN** real será diferente conforme a lo planificado en una fecha futura con relación al momento de la evaluación. De ahí la necesidad de plantear un método alternativo que tome en consideración la influencia de algunos elementos que interactúan con el proyecto en el horizonte de tiempo que se analiza y su impacto en el resultado que propone el método del **VPN**.

5.2.1 Consideraciones básicas del modelo conceptual

El modelo (o estructura) conceptual para definir una metodología alternativa de evaluación del proyecto, basado en el método del **VPN** reconoce que:

- i. El modelo debe de considerar un horizonte de tiempo finito $[t_0, t_n]$ para el análisis, definido en unidades específicas como: meses, trimestres, semestres o años. Se puede observar que la longitud del intervalo de tiempo es fundamental para el resultado de la evaluación del proyecto. Cuanto mayor sea n (número de periodos que contempla el análisis) el medio ambiente en el cual se desarrolla el proyecto se vuelve más difuso e impreciso. Esto es, se incrementa el riesgo de que los resultados esperados del proyecto no se cumplan conforme a lo planificado. Por otro lado, si n es pequeño, se corre el riesgo de que los resultados de la evaluación económica del proyecto no sean satisfactorios debido a que se cuentan con pocas observaciones para estimar su posible desempeño, y posiblemente no permitiría calcular el periodo de recuperación de la inversión.

Para definir el horizonte de tiempo para el análisis, se sugiere tomar en cuenta los siguientes elementos:

- Tipo de producto
- Tamaño del mercado
- Velocidad de aceptación del producto
- Magnitud de la inversión, entre otros

Por otro lado, se supone que en t_0 se lleva a cabo una erogación o inversión inicial requerida para dar principio al desarrollo del proyecto. Este hecho no limita que el proyecto requiera de la aportación de más capital en el horizonte de tiempo.

- ii. El proyecto se concibe como un **sistema estático** [28] en el tiempo (figura 8). Lo anterior quiere decir que el proyecto está descrito en términos de ecuaciones matemáticas en donde el efecto potencial de cada alternativa es asegurada por un cálculo único de las ecuaciones en $t = 1, 2, \dots, n$. Por ejemplo, para calcular las ventas en el año $t+1$ se calcula una ecuación que no involucra a las ventas en el año t , esto es, la variable ventas podría estar expresada como la siguiente ecuación: $\text{ventas}(t) = \text{número de productos vendidos}(t) * \text{precio del producto}(t)$, para $t = 1, 2, \dots, n$.

Es común suponer que todo sistema que está definido en un horizonte de tiempo implica de manera automática un sistema dinámico, pero no hay que olvidar que los sistemas dinámicos determinan el valor de una variable en $t+1$ a través de un proceso de iteración que involucra a la misma variable en t , de tal forma que optimiza el resultado de la variable en $t+1$. Por ejemplo, para calcular las ventas en $t+1$, se define un proceso

de optimización, de tal forma que el sistema evalúa diferentes alternativas a partir de la misma variable en t ²⁶

Por otro lado, se supone que el sistema que representa al proyecto no considera a la inflación que pudiera presentarse durante el horizonte de análisis. Esto quiere decir que el proyecto se genera a precios del año en que se evalúa el proyecto. Este supuesto facilita el cálculo y análisis de cualquier método de evaluación.

- iii Las variables que conforman los flujos de efectivo para cualquier $t \geq 0$, definidas en la sección 2.5.4 como parte del sistema, son variables aleatorias continuas. Esto quiere decir que el sistema genera un conjunto de eventos que conforman el **espacio muestral** sobre el cual es posible definir a las variables aleatorias, las cuales pueden tomar diferentes valores monetarios definidos en intervalos de los números reales, a través de una función g .
- iv Los flujos de efectivo son variables aleatorias continuas, ya que por definición la suma de variables aleatorias definidas en el mismo espacio muestral, es una variable aleatoria [22]. Por otro lado, todos los eventos contenidos en el espacio muestral de la función g están en función del tiempo, por lo que es posible definir una función φ que los relaciona con un nuevo espacio muestral, en el cual los elementos que lo conforman son las unidades de tiempo.

Por lo anterior, los flujos de efectivo están definidos como una composición de funciones, tal que $FE(t) = g(\varphi(t))$, y quedan expresados en función del tiempo t . Lo anterior quiere decir que los flujos de efectivo tienen dos componentes fundamentales: a) los eventos que les dan origen; y b) el tiempo t , en los cuales esos eventos están definidos²⁷.

- v. El VPN se calcula con una tasa de interés r . Se define a r como la tasa de rendimiento que espera obtener el inversionista – suponiendo la reinversión de su capital – durante un periodo de tiempo, equivalente al horizonte de tiempo que contempla el proyecto. Se observa que las tasas de interés son volátiles en el tiempo y que por lo mismo generarían un riesgo adicional (σ_r) a la rentabilidad de proyecto. Sin embargo, este efecto se puede atenuar si se considera a la volatilidad de r incluida en la misma tasa r que evalúa al VPN , esto es, $r + \sigma_r$. También se puede considerar que la tasa r de rendimiento puede ser más atractiva que la tasa de rendimiento constante que ofrece un instrumento financiero a largo plazo.

²⁶ De acuerdo con B. Diamond [28] un modelo dinámico es iterativo para estimar el valor de una variable entre t y $t+1$, ya que debe elegir entre varias alternativas, dada una función que optimiza el valor de la variable bajo un criterio dado.

²⁷ El concepto de expresar a los $FE(t)$ se ilustra gráficamente en el apartado 5.3 de este capítulo.

- vi El *VPN* es también por definición una variable aleatoria continua, por lo que existe una **función de densidad de probabilidad (fdp)**, tal que es posible definir la probabilidad de que el *VPN* esté definido en cierto intervalo a, b , tal que $-\infty < a < b < +\infty$. En este momento del diseño, se supone que el *VPN* se puede representar a través de una función de densidad **normal** con media μ y varianza σ^2 .

Suponer que el *VPN* se distribuye como una función de distribución de probabilidad normal puede ser discutible. Sin embargo esta hipótesis está fundamentada en el siguiente punto: Un proyecto de inversión es único e irreplicable, por lo tanto no es comparable con cualquier otro, dado que por su naturaleza y momento en el que se llevaron a cabo, los hace diferentes unos de otros. Por lo anterior, no es posible tomar como evidencia los flujos de efectivo de otros proyectos, ya que estos pasaron de ser un plan a hechos concretos, mientras que el *VPN* de un nuevo proyecto apuesta a condiciones futuras, pero no pasadas.

Es importante resaltar el hecho de que suponer que el *VPN* se distribuye como una normal con media μ y varianza σ^2 es la hipótesis más importante dentro del modelo conceptual que se desarrolla, pero el mismo problema resultaría suponer que el *VPN* se distribuye como una función gama, beta o cualquier otra. De hecho no se encontró evidencia en la literatura revisada sobre el tema acerca del comportamiento preciso como se pudiera distribuir la variable aleatoria *VPN*²⁸. Algunos autores²⁹ que abordan este problema consideran que el *VPN* se puede distribuir como una función de densidad de probabilidad normal, sin embargo advierten de los riesgos y exponen las condiciones para el caso en se proponga este supuesto

- vii. Los $FE(t)$ pueden ser dependientes o independientes con relación al tiempo. La importancia de este fenómeno radica en el hecho de que la varianza del *VPN* se define de manera diferente para cada uno de los casos. Para resolver este problema, es posible considerar a los $FE(t)$ como elementos de una serie de tiempo y llevar a cabo algunas pruebas estadísticas que definan si existe correlación entre éstos y el tiempo.
- viii. Se construyen dos escenarios alternativos al proyecto³⁰ – a partir del escenario base – y se estiman sus respectivos valores presentes netos. Es indispensable que uno de los escenarios presente condiciones menos

²⁸ En el proceso de investigación, después de revisar textos especializados en evaluación y administración de riesgos [9], [10], [13], [18], [29], [30] y [31], se solicitó la opinión (vía electrónica) de los investigadores en la materia P. Jorion [13] y B. Schachter [32], los cuales comentan que no tienen noticias sobre investigaciones relacionadas con este problema.

²⁹ Ver referencias [6], [14].

³⁰ Ver capítulo 4.

favorables al escenario base, y el otro presente condiciones más ventajosas al mismo, de tal forma que al graficar los tres *VPN*, se observe una curva con pendiente positiva.

- ix. Es posible suponer en una primera instancia que los $FE(t)$ se distribuyen como una fdp normal $N(\mu, \sigma^2)$. Sin embargo, no se conocen los parámetros μ y σ^2 de la población. Por esta razón, se propone que los flujos de efectivo se distribuyen como una función **triangular**³¹, ya que de esta manera es posible estimar su media y varianza, tomando en cuenta a los $FE(t)$ evaluados en los tres escenarios del proyecto.

Ahora bien, si $FE(0), FE(1), \dots, FE(n)$ es una sucesión de variables aleatorias independientes, con $E(FE(t)) = \mu_t$ y $var(FE(t)) = \sigma_t^2$, por el **teorema del límite central**, la suma $FE(0) + FE(1) + \dots + FE(n)$ se distribuye como una fdp normal $N(\mu, \sigma^2)$ con:

$$\mu = \sum_{t=1}^n \mu_t \quad \text{y} \quad \sigma^2 = \sum_{t=1}^n \sigma_t^2$$

lo que permite definir el valor esperado del *VPN* ($E(VPN)$) y su varianza $Var(VPN)$.

- x. Se define el riesgo del proyecto como la posibilidad de que el *VPN* no cumpla con ciertas características y propicie la desmotivación de los inversionistas a contribuir con su capital en el proyecto. Para ello se construyen a las métricas que lo determinan a través de la distribución de probabilidad del *VPN* y un intervalo de confianza, dado un cierto nivel de significancia. También se proponen los criterios de decisión para aceptar o rechazar el proyecto con relación a estas métricas.

Es importante señalar que, en el momento en que se plantea el modelo conceptual, no es indispensable formalizar los supuestos que lo conforman, ya que este proceso se lleva a cabo en el momento en que se desarrolla el modelo formal, como se presenta en el inciso 5.3 de este capítulo.

³¹ La función triangular guarda cierta semejanza con la función normal, en lo que se refiere a simetría, y su media y varianza pueden ser estimados a partir de tan sólo tres elementos de la población.

5.2.2 Estructura del modelo conceptual

Dadas las consideraciones generales del modelo conceptual para la evaluación del proyecto, es posible diseñar la estructura general del proceso de modelación para determinar el diseño de las métricas que permitirán proponer una alternativa de evaluación para la toma de decisiones, como se describe a continuación:

- a) La plataforma para el análisis son los estados financieros derivados del plan de negocios bajo la visión de los tres escenarios propuestos, los cuales se desarrollaron en un horizonte de tiempo específico. En los tres casos está definido el mismo horizonte de tiempo para el análisis.
- b) Se define a los flujos de efectivo como variables aleatorias continuas los cuales se distribuyen como una función de densidad de probabilidad triangular continua.
- c) Se establece una tasa de interés para calcular el valor presente neto de los tres escenarios.
- d) Se reconoce que el valor presente neto es una variable aleatoria y se propone que el $VPN \sim N(\mu, \sigma^2)$.
- e) Se lleva a cabo una prueba estadística para determinar si los flujos de efectivo son dependientes o independientes con relación al tiempo.
- f) Se estima el valor esperado del valor presente neto y su varianza, para el caso en que los flujos de efectivo sean dependientes o independientes.
- g) Se define un nivel de significancia para determinar el análisis estadístico que conducirá a establecer el riesgo que conlleva el proyecto de inversión.

El proceso anterior se puede apreciar en la siguiente figura:

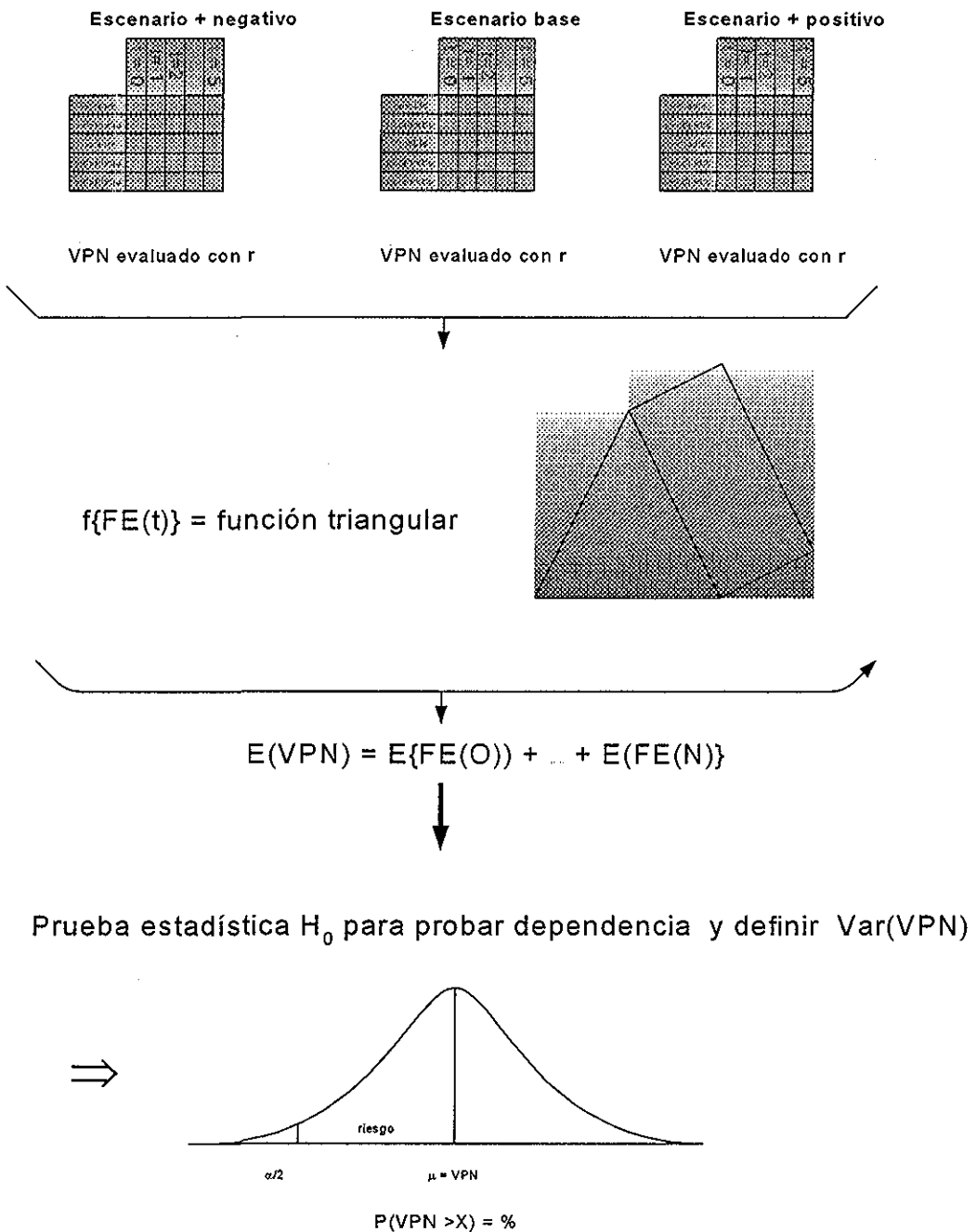


Figura 11. Estructura del modelo conceptual para la evaluación de un proyecto

5.3 Diseño del modelo formal

Se define a n como el número de periodos que comprenden el horizonte de análisis, tal que $0 < n \leq w$, tal que $n, w \in \mathbb{N}$, el conjunto de los números naturales. La variable n está definida como: $n = f(x, y, z, \dots)$, en donde x, y, z, \dots son variables que definen las características relevantes del proyecto, como: la magnitud de la inversión, el tamaño del mercado, la velocidad de aceptación del producto, etc.

Los periodos considerados para el análisis estarán representados por $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$; y deberán especificar un tipo de unidad temporal p , como: meses, bimestres, trimestres, semestres o años; tal que la distancia γ entre $[t_x, t_y]$ es una constante p para todo t_x, t_y que pertenezca al intervalo $[t_0, t_n]$ en donde γ se define como $t_y - t_x > 0$.

El modelo supone que se lleva a cabo una erogación en t_0 , que corresponde a la **inversión inicial** que los agentes económicos deben aportar al proyecto para que éste pueda iniciar su desarrollo. También se supone que todos los eventos económicos del proyecto³² están definidos al final del periodo a que se refiere, esto es, un ingreso en periodo $t = 4$ ocurre al final del cuarto periodo de análisis, o sea en t_4 . Así pues, el periodo u horizonte de análisis se representa como sigue:

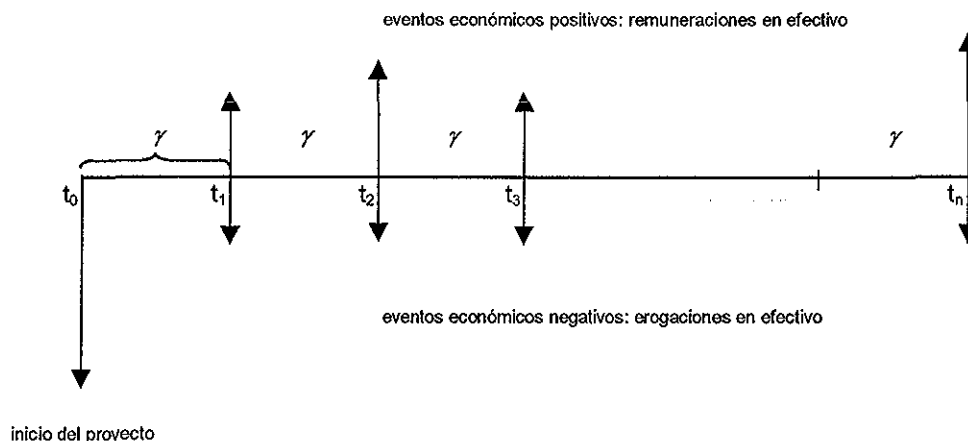


Figura 12: Horizonte de análisis del proyecto

³² Un evento económico positivo del proyecto se refiere a la generación de ingresos, mientras que un evento económico negativo se refiere a la generación de costos, gastos o inversión.

El modelo que se propone es **estático**, esto quiere decir que variable del **sistema** (ver figura 8), que se evalúa en el tiempo t , se define como:

$$\text{Variable } \varphi(t) = f\{x(t), y(t), z(t), \dots\} = \text{ecuación matemática en } t$$

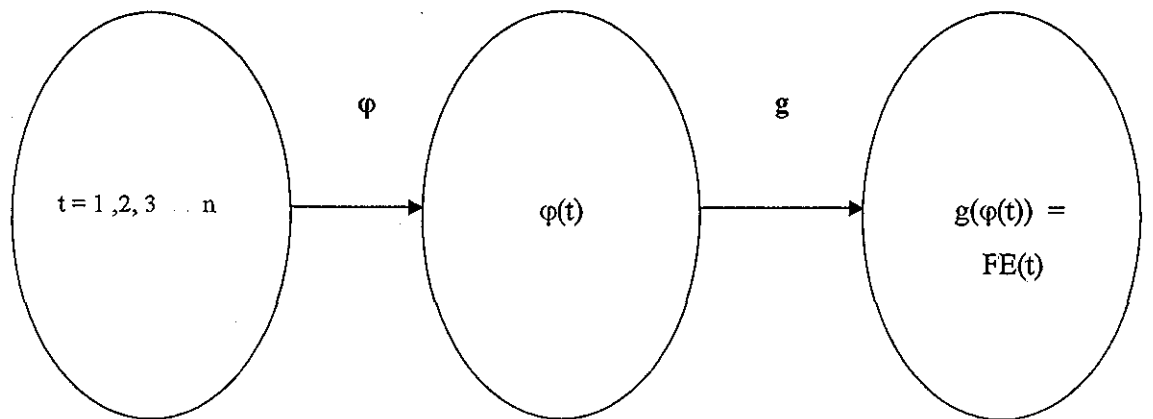
La variable $\varphi(t)$ sólo puede ser evaluada de manera **determinista** a través de la ecuación matemática que es definida por la función $f\{x(t), y(t), z(t), \dots\}$. Esto quiere decir que el proceso de evaluación o cálculo de cualquier variable que integra el sistema no es aleatorio.

Otra consideración importante del modelo es que todas las funciones en t que describen a las variables que expresan unidades monetarias en el sistema, no incluyen a un factor π (tasa de inflación) que las actualice a ese periodo. Esto quiere decir que el valor de los parámetros que integran al sistema se mantienen constantes en $t = 0$; por lo que los resultados monetarios del sistema están evaluados a **precios constantes** del inicio del proyecto. Lo anterior no quiere decir que algunas de las variables no se puedan incrementar en el tiempo. Una variable del sistema se puede incrementar por cualquier motivo, siempre y cuando éste no sea por el factor de inflación, es decir $x(t+1) > x(t)$, sí y solo sí $x(t+1) \neq \{x(t) + \varepsilon_t\} \cdot (1 + \pi_t)$.

Todas las variables que integran el sistema son variables **aleatorias continuas**. Esto quiere decir que cualquier variable del sistema está definido a través de una función cuyo dominio es un espacio muestral, y el contradominio es el conjunto de los números reales (\mathbb{R}). Se define al espacio muestral de la variable aleatoria, como el conjunto de todos los eventos posibles que genera el sistema. La variable aleatoria asocia a cada evento del espacio muestral un número real, que en el caso de las variables financieras está expresado en unidades monetarias.

Si se define a los flujos de efectivo $FE(t) = \sum_{i=1} Variable_i(t)$ como se indica en el capítulo 2, puede observarse que los flujos de efectivo están conformados por la suma de variables aleatorias. Esto quiere decir que los **$FE(t)$** son también variables aleatorias continuas [33]. Para ser más precisos, los flujos de efectivo están determinados en función del tiempo, por lo que estos se pueden expresar como una composición de funciones [34], tal que $g(FE(t))$ está definido en un intervalo de los números reales, el cual está representado con valores monetarios. Esta idea se ilustra en la siguiente figura:

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



Periodos de tiempo expresados en unidades p = día, mes, año, etc

El tiempo está definido en el conjunto de los números naturales

Eventos que genera el sistema en un periodo de tiempo t

Flujo de efectivo para un periodo t , el cual está definido en el conjunto de los números reales, tal que

$$-\infty \leq FE(t) \leq \infty$$

Figura 13: Definición de los flujos de efectivo como variable aleatoria

Entonces $g(\varphi(t)) = FE(t)$ también es una variable aleatoria [34] y por definición, si $g(\varphi(t))$ es una variable aleatoria continua, entonces existe una función f , llamada **función de densidad de probabilidad** (fdp) de $g(\varphi(t))$, que satisface las siguientes condiciones [34]:

a) $f(FE(t)) \geq 0$ para todo $FE(t)$

b) $\int_{-\infty}^{+\infty} f(FE(t))dFE(t) = 1$

c) Para cualquier a, b , tal que $-\infty < a < b < +\infty$, entonces se tiene que

$$P(a \leq FE(t) \leq b) = \int_a^b f(FE(t))dFE(t)$$

5.3.1 Definición del Valor Presente Neto (VPN) como variable aleatoria

Como se definió en el capítulo 3, el valor presente neto (VPN) es la suma de los flujos de efectivo en el horizonte de tiempo y evaluados en $t = 0$ suponiendo que el valor del dinero en el tiempo es igual a una tasa compuesta³³ r , esto es:

$$VPN = -FE(0) + \frac{FE(1)}{(1+r)^1} + \frac{FE(2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FE(n)}{(1+r)^n}$$

en donde:

$FE(t)$ es el flujo de efectivo en el tiempo t ,
 $FE(0)$ es la inversión inicial en el momento en t_0
 r es la tasa de interés que supone el valor del dinero (rendimiento) en el tiempo³⁴, y
 $t = 0 \dots n$, es el horizonte de tiempo del análisis

que se puede expresar de manera abreviada como:

$$VPN = -FE(0) + \sum_{t=1}^n \frac{FE(t)}{(1+r)^t}$$

Si se define a la variable $C(t)$, como:

$$C(t) = \begin{cases} -1 & \text{si } t = 0 \\ 1/(1+r)^t & \text{si } t = 1 \dots n \end{cases}$$

el VPN puede escribirse como:

$$VPN = C(0)*FE(0) + C(1)*FE(1) + C(2)*FE(2) + \dots + C(n)*FE(n) = \sum_{t=0}^n C(t)*FE(t)$$

³³ Los flujos de efectivo se reinvierten cada periodo p bajo la influencia de la tasa de interés r .

³⁴ La tasa r equivale a la tasa de rendimiento compuesta que un inversionista espera obtener como rendimiento por haber invertido su capital en el proyecto

Entonces el VPN es una variable aleatoria continua³⁵ porque cumple con las siguientes características[38]:

1. La función de distribución acumulativa $F(VPN)$, es continua.
Quiere decir que $F(VPN_0) = P(VPN \leq VPN_0)$. Para un VPN_0 , la función $F(VPN_0)$ será igual a la probabilidad de que cualquier otro VPN sea siempre menor o igual a dicho VPN_0 .
2. El VPN toma un valor dado dentro de un número infinito de valores.
Quiere decir que VPN puede tomar un valor en el conjunto de los números reales ; en un intervalo $(-\infty, \infty)$
3. La probabilidad de que VPN sea igual a un valor particular es cero.

Si la $F(VPN)$ es una función de distribución acumulativa para la variable aleatoria continua VPN , entonces podemos decir que existe una función de densidad $f(VPN)$, tal que:

$$f(VPN) = \frac{dF(VPN)}{d(VPN)}$$

Así pues, el área bajo la curva entre $-\infty$ y el punto VPN_0 , es igual a $F(VPN_0)$

Como se mencionó en párrafos anteriores, las propiedades de la función de densidad probabilidad $f(VPN)$ son:

i. $f(VPN) \geq 0$

ii. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(VPN)d(VPN) = F(\infty) = 1$

iii. Para cualquier a, b , tal que $-\infty < a < b < +\infty$, entonces se tiene que

$$P(a \leq VPN \leq b) = \int_a^b f(VPN)d(VPN)$$

³⁵ La suma de variables aleatorias definidas sobre el mismo espacio muestral es también una variable aleatoria. Ver referencia [33]

5.3.2 Determinación de la función de distribución del VPN

Se parte del supuesto de que los flujos de efectivo pueden asociarse con una **función de densidad triangular**³⁶, la cual se define como:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2*(x-a)}{(c-a)*(b-a)} & \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{-2*(x-c)}{(c-a)*(c-b)} & \text{si } b < x \leq c \end{cases}$$

En donde x es el flujo de efectivo derivado de la construcción de cualquier escenario en un tiempo t . Así pues, la variable **a** representa el $FE(t)$ del escenario más negativo, **b** representa el $FE(t)$ del escenario base y **c** representa el $FE(t)$ del escenario más positivo descritos en el capítulo 4, la fdp triangular puede tomar una forma como se presenta en la siguiente figura:

³⁶ En la sección 5.2.1 apartado ix, se explican los motivos de este supuesto.

Ahora bien, si los $FE(t)$, $t = 0, 1, 2, \dots, n$ son variables aleatorias con valores esperados $E(FE(t))$, entonces, de acuerdo con el teorema del límite central, la suma de los valores esperados [33], es el valor esperado del VPN , es esto es:

$$E(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)E(FE(t)) = \sum_{t=0}^n C(t)\mu(t)$$

en donde $\mu(t)$ es la media o valor esperado de la variable aleatoria $FE(t)$, y que en este caso está definida como un tercio de la suma de los tres flujos de efectivo calculados para el periodo t .

La varianza del VPN se define como:

$$Var(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2 \text{ si los } FE(t) \text{ son independientes entre sí, o}$$

$$Var(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2 + 2 \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=t+1}^n C(t)C(k)cov(FE(t), FE(k)) \text{ si los } FE(t) \text{ son dependientes o están correlacionados entre sí.}$$

en donde:

σ_t^2 representa la varianza del flujo de efectivo en el periodo t , y $cov(FE(t), FE(k))$ es la covarianza entre los flujos de efectivo evaluados en t y k respectivamente

Una vez definido el valor esperado y la varianza del VPN es posible determinar a la desviación estándar del VPN , como:

$$\sigma(VPN) = \sqrt{Var(VPN)}$$

En el diseño de este modelo, se propone que el VPN tiene una función de densidad de probabilidad igual a fdp normal $N(\mu, \sigma^2)$ ³⁷, es decir:

$$F(VPN) \sim F(N(\mu, \sigma^2)), \text{ y}$$

$$f(VPN) \sim N(E(VPN), Var(VPN))$$

³⁷ Las razones de este supuesto están descritas en el inciso vi. de la se la sección 5.2.1

Entonces es posible determinar un VPN_0 tal que $F(VPN_0) = P(VPN \leq VPN_0)$. Esto quiere decir que para un VPN_0 , la función $F(VPN_0)$ será igual a la probabilidad de que cualquier otro VPN sea siempre menor o igual a dicho VPN_0 , con cierto nivel de significancia $1 - \alpha/2$. Si se requiere establecer la probabilidad de que el VPN sea **mayor** a un determinado monto (VPN_0) a un nivel de significancia del 95%, α será igual al $0.05/2 = 0.025$ y esta probabilidad queda se define como:

$$1 - F(VPN) = 1 - P(VPN \leq VPN_0) = P(VPN > VPN_0)$$

Para poder calcular la $P\{VPN > VPN_0\}$, es necesario estandarizar los valores de VPN a una función de distribución normalizada, esto es, a una función normal con valor esperado $\mu = 0$ y una varianza $\sigma^2 = 1$ (que está tabulada). Por lo anterior:

$$P\{VPN > VPN_0\} = P\left\{z > \frac{VPN_0 - \mu}{\sigma}\right\}$$

en donde z se distribuye como una normal con $\mu = 0$ y $\sigma^2 = 1$.

También es posible aprovechar el modelo para poder establecer la pérdida máxima que pudiera llegar a tener el VPN , con el mismo nivel de significancia $1 - \alpha / 2$. Esta pérdida máxima se puede estimar si se define como la diferencia entre el valor esperado del VPN y el límite inferior del intervalo de confianza con un nivel de significancia $1 - \alpha / 2$, el cual es equivalente a:

$$\sigma_{VPN} * Z_{\alpha/2}$$

5.3.3 Determinación de la dependencia o independencia de los flujos de efectivo

Como lo menciona P. Best [9], la suposición de **normalidad** es el supuesto principal y más importante en la mayoría de los modelos que evalúan el riesgo con variables aleatorias. Esta suposición implica que los flujos de efectivo que conforman al valor presente neto, son independientes entre sí, es decir, que $FE(t+1)$ no está en función de $FE(t)$, para toda $t = 0, 1, 2, \dots, n$.

Como el modelo que se propone en la sección anterior supone que el VPN se distribuye como una normal, es indispensable probar si los $FE(t)$ están o no correlacionados. Este problema no es trivial de resolver debido a que por tratarse de un proyecto nuevo, los flujos de efectivo generados en el proyecto carecen de información histórica. Sin embargo, es muy importante establecer

un criterio que permita identificar la dependencia o independencia de los flujos por razones de modelación estadística

En caso de que los $FE(t)$ sean independientes, equivale a reconocer que las variables del proyecto que los integran para un periodo t son independientes a las mismas variables en el periodo $t-1$. Definido de manera formal, la idea anterior equivale a establecer que la covarianza y correlación entre $FE(t+1)$ y $FE(t)$ es igual a cero, para toda $t = 0, 1, 2, \dots, n$: esto es:

$$\text{Covarianza}\{FE(t), FE(t+1)\} = 0$$

y

$$\rho(FE(t-1), FE(t)) = \frac{\text{Covarianza}\{FE(t), FE(t+1)\}}{\sigma(FE(t))\sigma(FE(t+1))} = 0$$

Sin embargo, si la covarianza y la correlación son igual a cero, no prueba por sí mismo que los flujos de efectivo sean independientes.

En algunos casos, parecería obvio suponer si los flujos de efectivo son dependientes o independientes entre sí, tan solo por la forma en como estos se construyeron. Por ejemplo, si el producto o servicio que está relacionado con el proyecto genera ingresos recurrentes a través del establecimiento de un contrato con el usuario, que lo obliga a consumir el producto o servicio de manera periódica, puede sugerir que los flujos de efectivo están correlacionados. En el caso contrario, si el producto o servicio se refiere a un consumo único en un periodo de tiempo dado, podría pensarse que los flujos de efectivo pueden ser independientes entre sí.

Sin embargo, no es posible asegurar la dependencia o independencia de los flujos de efectivo meramente por la intuición, ya que el método que se planteó en el inciso anterior para estimar el valor esperado del valor presente neto $E(VPN)$, toma en consideración que los $FE(t)$ son variables aleatorias independientes. Además, la varianza del VPN se define de manera diferente en caso de que los flujos de efectivo no sean independientes entre sí.

Para tal efecto, es posible llevar a cabo algunas pruebas estadísticas para demostrar si existe dependencia entre los flujos de efectivo. Primero, se puede presumir que los flujos de efectivo $FE(t)$ conforman una serie de tiempo, que puede referirse en cualquier unidad de tiempo dentro del horizonte de evaluación que se haya determinado el proyecto.

Es importante mencionar, que en la práctica común, el **análisis de series de tiempo** se refiere al estudio de n observaciones históricas, para determinar un patrón o conducta presentados a través del tiempo de una variable en particular, el cual es reconocido y modelado formalmente con el objetivo de llevar a cabo proyecciones o estimaciones a futuro de la variable que se estudia.

Sin embargo, el análisis que se desarrolla a continuación no tiene tal propósito. Únicamente se trata de aprovechar las metodologías y el análisis de las series de tiempo como una herramienta para determinar la dependencia o independencia de los flujos de efectivo que están definidos en el futuro

Una serie de tiempo, es un conjunto ordenado $\{ \dots, \alpha_{-2}, \alpha_{-1}, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots \}$, en donde las observaciones α están ordenadas en el tiempo. En teoría, las series de tiempo inician en el pasado infinito y continúan en el futuro infinito [35]. Esta perspectiva puede parecer muy abstracta y con pocos usos prácticos, sin embargo, a partir de esta concepción matemática podrán deducirse algunas propiedades para el problema que se quiere resolver. También es importante destacar que la información que se tiene de la serie de datos puede ser considerada como un subconjunto finito de la serie de tiempo completa, es decir: $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_t\}$ y que se define como un "camino o trayectoria muestral".

Cualquier serie de tiempo puede ser generada por un proceso estocástico (probabilístico) o aleatorio. Hasta ahora, los $FE(t)$ pueden considerarse como un subconjunto de una serie de tiempo dada, en donde sólo importa observar el comportamiento de los $FE(t)$ en el horizonte de tiempo en que se llevará a cabo la evaluación del proyecto

También es importante destacar en este momento cómo están definidos los flujos de efectivo. En la sección anterior los flujos de efectivo fueron construidos como una variable que está definida en función del tiempo. Este punto indica que la dependencia o independencia entre los $FE(t)$ está relacionada exclusivamente con el tiempo. Esto quiere decir que para probar si existe algún tipo de correlación entre los $FE(t)$, equivale a probar que dicha correlación está correlacionada con el tiempo

En la teoría del análisis de las series de tiempo estocásticas o aleatorias, se define la **estacionariedad** como sigue:

"... se dice que un proceso estocástico es estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si su valor de la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia o rezago entre estos dos periodos de tiempo y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza" [37].

Para entender la definición anterior, si $\{FE(t)\}$ es una serie de tiempo estocástica y estacionaria, cumple con las siguientes propiedades:

- i. Media: $E\{FE(t)\} = \mu$ e independiente de t
- ii. Varianza: $var\{FE(t)\} = E\{FE(t) - \mu\}^2 = \sigma^2$, es constante e independiente de t
- iii. Covarianza: $\gamma_k = E\{(FE(t) - \mu)(FE(t+k) - \mu)\}$, es una función de $t-k$, pero no de t o de k .

donde γ_k , la covarianza al rezago k es la covarianza entre los valores $FE(t)$ y $FE(t+k)$, es decir, entre dos valores FE que están separados por k periodos

En otras palabras, una serie de tiempo $\{FE(t)\}$ tiene covarianza estacionaria, si su media y varianza son constantes e independientes del tiempo, y la covarianza que pueda existir entre dos elementos de la serie: $FE(t)$ y $FE(t+k)$ depende únicamente de distancia entre dos periodos de tiempo: t y k , pero no de los periodos de tiempo *per se* [36].

Por lo anterior se puede derivar que, si la serie conformada por los flujos de efectivo $\{\dots, FE(t), FE(t+k), \dots\}$ en el horizonte del tiempo de evaluación, representan una **serie de tiempo estacionaria**, los flujos de efectivo $FE(t)$ son independientes entre sí, es decir, no están correlacionados con t .

En el caso contrario si la serie $\{FE(t)\}$ no es estacionaria en el sentido definido anteriormente, se denomina **serie de tiempo no estacionaria** y por lo tanto supone que los $FE(t)$ pueden estar correlacionados entre sí

Una prueba estadística para probar la estacionariedad de una serie de tiempo aprovecha la función de autocorrelación que puede presentarse entre los elementos de la serie. La función de autocorrelación para el rezago k se define como:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\text{covarianza al rezago } k}{\text{varianza}}$$

Puesto que la varianza y la covarianza están expresadas en las mismas unidades, ρ_k es un número sin unidad de medida y está definida en el intervalo $[-1,1]$ También, si se grafica ρ_k con relación a k , se genera una figura que se le conoce como **correlograma poblacional**.

En la práctica no es posible estimar la función de autocorrelación poblacional, pero sí la función de autocorrelación muestral, definido como $\hat{\gamma}_k$. Se define a la covarianza muestral al rezago k , $\hat{\gamma}_k$ y a la varianza muestral $\hat{\gamma}_0$, como:

$$\hat{\gamma}_k = \frac{\sum (FE(t) - \bar{FE})(FE(t+k) - \bar{FE})}{n}$$

$$\hat{\gamma}_0 = \frac{\sum (FE(t) - \bar{FE})^2}{n}$$

en donde n es el número de observaciones $FE(t)$, y \bar{FE} es la media muestral de los flujos de efectivo. Por lo anterior, la función de autocorrelación muestral al rezago k está definido como:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0}$$

La gráfica de $\hat{\rho}_k$ con relación a k , se le denomina como **correlograma muestral**.

Como se mencionó anteriormente, si un proceso estocástico es puramente aleatorio, su autocorrelación en cualquier rezago $k > 0$, es cero. Esto indica que los elementos de la serie observada son independientes entre sí.

M. Bartlett [37] demostró que si una serie de tiempo es aleatoria, presenta un fenómeno conocido como **ruido blanco**³⁸ y los coeficientes de autocorrelación muestral están distribuidos aproximadamente como una función de densidad normal con media 0 y varianza $1/n$. Entonces, de acuerdo a las propiedades de la distribución normal estándar, el intervalo de confianza al 95% para cualquier ρ_k , será de $\pm 1.96 \left(\frac{1}{\sqrt{n}} \right)$. Así pues, si un ρ_k estimado se encuentra dentro del intervalo definido anteriormente, no se rechaza la hipótesis de que el verdadero ρ_k es cero.

Para probar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación ρ_k son todos iguales a cero, se puede plantear una prueba de hipótesis y el **estadístico Q** de Box y Pierce, como sigue:

³⁸ Una serie de tiempo que es puramente aleatoria presenta ruido blanco, ver referencia [37]

$$H_0 : \rho_k = 0$$

$$H_a : \rho_k \neq 0$$

$$y \quad Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2$$

con n = número de observaciones

m = longitud del rezago

El estadístico Q está distribuido aproximadamente como una función χ^2 con m grados de libertad. Si la Q excede el valor crítico de la tabla χ^2 a un cierto nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se puede suponer que al menos una ρ_k es diferente de cero. En caso contrario, se acepta la hipótesis H_0 y se asume que la serie de tiempo es aleatoria y por tanto, los $FE(t)$ son independientes con respecto a t .

Cuando el tamaño de la muestra es pequeña, puede utilizarse el estadístico de Ljung-Box (LB) [37], definido como:

$$LB = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left(\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \right) \sim \chi_m^2$$

y se prueba el estadístico bajo las mismas condiciones y la hipótesis descrita en párrafos anteriores.

5.4 Determinación del riesgo en proyectos de inversión

Para determinar el riesgo que representa para un inversionista o agente económico aportar su capital para llevar a cabo un proyecto de inversión, es indispensable observar analizar el comportamiento de los flujos de efectivo.

5.4.1 Evaluación del riesgo con flujos de efectivo independientes

Si partimos del hecho de que los flujos de efectivo $FE(t)$ son independientes con relación a periodo de tiempo t , podemos proponer que el VPN está asociado a una función de distribución normal con media μ y varianza σ^2 , debido al **teorema del límite central** [34], el cual establece que si X_1, X_2, \dots, X_n es una sucesión de variables aleatorias independientes con $E(X_i) = \mu_i$ y $Var(X_i) = \sigma_i^2$; entonces $X = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ es una variable aleatoria, tal que:

$$Z_n = \frac{X - \sum_{i=1}^n E(X_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}}$$

y Z_n tiene aproximadamente la distribución normal con media 0 y varianza 1.

Entonces, si el $VPN = \sum_{t=0}^n C(t) * FE(t)$ tal que:

$$Z_n = \frac{VPN - \sum_{t=0}^n C(t)\mu(t)}{\sqrt{\sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2}}$$

tiene una distribución $N(0,1)$ a medida que n se aproxima a infinito, independientemente del tipo de distribución que pueda tener cada uno de los $FE(t)$. Ahora bien, si la distribución de los $FE(t)$ es simétrica, el valor de n debe ser mayor o igual a 4 [14].

Entonces es posible determinar un **intervalo de confianza** para estimar todos los valores posibles que el VPN pueda tomar con cierto **nivel de significancia** α . Dicho en otras palabras, un intervalo de confianza sobre el VPN promedio indica el grado de dispersión que puede alcanzar dicha variable con cierto nivel de significancia. Si por ejemplo $\alpha = 5\%$, entonces el intervalo de confianza es del 95%

Si el intervalo de confianza es muy amplio, implica que el VPN puede fluctuar mucho, e implícitamente muestra que existe un **riesgo** significativo de que el VPN no cumple con la expectativa dada. Por ejemplo, si el valor esperado del VPN , $E(VPN)$ es igual a X unidades monetarias y el intervalo de confianza asociado es de $(X-Y, X+Y)$, donde Y es un monto muy alto (expresado en unidades monetarias), se puede concluir que el VPN puede llegar a ser hasta $X-Y$ unidades monetarias, en lugar de X unidades monetarias con cierto nivel de significancia

Como es sabido, los intervalos de confianza se determinan en función de una probabilidad de que ocurra el evento esperado. Esto es, cuando se construye el intervalo de confianza debe especificarse el nivel de significancia (o confianza) que determina la probabilidad de que el VPN incurra en cierto intervalo. Siguiendo el ejemplo anterior, es posible determinar con qué probabilidad es posible que el VPN pueda llegar a alcanzar el valor $X-Y$.

Si partimos del hecho de que asociamos un nivel de confianza para construir un intervalo, digamos del 95%, y observamos que queremos medir un solo extremo del intervalo (que representa la pérdida de inversión, o sea $X-Y$), se supone una $\alpha = 0.05/2 = 0.025$.

Lo anterior puede interpretarse cómo encontrar los valores extremos que puede tomar el VPN , pero indicando que la probabilidad de que ocurra este hecho es de 95 veces sobre cien casos (95%) observados sobre las mismas condiciones³⁹.

Para construir los valores extremos del intervalo de confianza, tenemos que:

$$IC = \bar{x} \pm z_{\alpha/2} * \sigma$$

en donde IC es el intervalo de confianza, en donde $\bar{X} = E(VPN) = \overline{VPN}$ y $z_{\alpha/2}$ es el área bajo la curva $N(0,1)$ con un nivel de significancia $\alpha/2$. Entonces el IC para el VPN está definido por:

$$\overline{VPN} - z_{\alpha/2} * \sigma \leq \overline{VPN} \leq \overline{VPN} + z_{\alpha/2} * \sigma, \quad \text{tal que}$$

$$P\left\{\overline{VPN} - z_{\alpha/2} * \sigma \leq \overline{VPN} \leq \overline{VPN} + z_{\alpha/2} * \sigma\right\} = 1 - \alpha$$

De la expresión anterior podemos concluir que el ancho total del intervalo es igual a:

$$2 * z_{\alpha/2} * \sigma$$

Pero también podemos notar que la mitad del intervalo representa la probabilidad de que el VPN pueda ubicarse hacia un solo extremo del total del intervalo.

Como el problema que nos ocupa es cuantificar el monto de dinero que el inversionista puede esperar perder (monto expuesto al riesgo), es posible proponer que el riesgo asociado al proyecto puede cuantificarse como:

$$z_{\alpha/2} * \sigma$$

³⁹ Es importante destacar la interpretación correcta de esta aseveración. Al definir un intervalo de confianza, se dice que el $(1-\alpha)$ por ciento de las veces, el parámetro estará contenido en el intervalo definido. Al cambiar cualquier elemento del modelo, automáticamente el intervalo de confianza también se modificará.

También es factible establecer la probabilidad de que el *VPN* pueda ser mayor que cierto valor X . Por ejemplo, un criterio para determinar si es conveniente exponer el capital en un proyecto de inversión específico, puede estar determinado por la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a cero ($X=0$), con cierto nivel de confianza. O también se puede proponer como criterio de decisión, que la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a un monto de dinero específico con cierto nivel de significancia.

5.4.2. Evaluación del riesgo en flujos de efectivo dependientes

En el caso de que los flujos de efectivo $FE(t)$ no sean independientes, existe mayor incertidumbre de que una aproximación normal sea razonable como la distribución del *VPN*. Sin embargo, esta suposición prevalece cuando están implícitas una gran cantidad de variables aleatorias y no todas están correlacionadas.

J. Canada, W. Sullivan, J. White [6] citan a F.S. Hiller, quien propone que los $FE(t)$ sean definidos por las variables aleatorias que son dependientes y por las variables aleatorias que sean independientes. Aún así, prevalece el problema para determinar el grado de correlación entre las variables aleatorias dependientes, ya que no existe la historia suficiente para determinarlo.

Para tratar de dar una solución a este problema y si el sistema que representa al proyecto involucra a una gran cantidad de variables, es posible asumir el riesgo de suponer que el *VPN* se distribuye como una normal. Entonces es factible llevar a cabo el mismo procedimiento que se definió en la sección 5.4.1 considerando a la varianza del *VPN* como:

$$Var(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2 + 2 \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=t+1}^n C(t)C(k) cov(FE(t), FE(k))$$

Debido a que sería difícil establecer la covarianza entre los flujos de efectivo, J. Canada, W. Sullivan, J. White [6] proponen suponer el caso más extremo de correlación entre los $FE(t)$. Lo anterior quiere decir que se supone que existe una correlación perfecta positiva ($\rho = 1$) entre los flujos de efectivo, esto es, suponer que:

$$Var(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2 + 2 \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=t+1}^n C(t)C(k) \rho_{(FE(t), FE(k))} \sigma_t \sigma_k \text{ es igual a}$$

$$Var(VPN) = \sum_{t=0}^n C(t)^2 \sigma_t^2 + 2 \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=t+1}^n C(t)C(k) \sigma_t \sigma_k$$

debido a que $cov(FE(t), FE(k)) = \rho_{FE(t), FE(k)} \sigma_t \sigma_k$, y $\rho = 1$

Calcular el riesgo del proyecto bajo el supuesto de que la varianza del *VPN* se define presumiendo que los *FE(t)* están perfectamente correlacionados, equivale a **estresar** el modelo de evaluación del riesgo. Esto quiere decir que se supone una situación extrema para estimar el riesgo que asumiría el inversionista o agente económico que expone su capital en el proyecto. Este procedimiento es sugerido por P. Best [9], para todo modelo que evalúe cualquier tipo de riesgo.

5.4.3 Otras métricas asociadas al riesgo de un proyecto

i. **El Coeficiente de variación del riesgo (CVR)**, que se define como:

$$CVR = \frac{\text{Monto expuesto}}{E(VPN)} = \frac{z_{\alpha/2} * \sigma}{\overline{VPN}}$$

el cual expresa en magnitud, qué tanto puede desviarse el *VPN* con relación a su valor esperado. Puede sugerirse que en el caso de que el *CVR* sea mayor al 1 o el 100%, no conviene llevar acabo el proyecto de inversión, ya que el monto posible a perder es superior al monto esperado por obtener

ii. **El Coeficiente de riesgo por inversión (CRI)**

El coeficiente de riesgo por inversión se define como sigue:

$$CRI = \frac{\text{Monto expuesto}}{\text{Inversion Inicial}} = \frac{z_{\alpha/2} * \sigma}{FE(0)}$$

y quiere decir, expresado en magnitud, qué porcentaje representa el monto expuesto con relación a la inversión inicial que demanda el proyecto. El criterio de decisión estará en función del nivel de aversión al riesgo que tenga el inversionista.

Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto un modelo para evaluar la rentabilidad y el riesgo en los proyectos de inversión. Una de las características principales del modelo consiste en plantear la metodología dentro de un **proceso global**, que inicia con la integración de un plan de negocios y termina con el análisis e interpretación de los resultados económicos del proyecto.

El proceso global que se plantea en esta tesis está integrado por los siguientes procesos, como sigue:

- i. Integración del plan de negocios,
- ii. Evaluación económica del proyecto con los métodos tradicionales,
- iii. Análisis de sensibilidad,
- iv. Desarrollo de escenarios,
- v. Evaluación del riesgo del proyecto, y por último
- vi. Análisis e interpretación de los resultados

También se desarrolló un ejemplo⁴⁰ para ilustrar los procesos que se mencionan anteriormente, así como para ayudar en la comprensión de los mismos.

A continuación se discutirán algunos de los puntos más importantes con relación al modelo general para evaluar proyectos de inversión que se presenta en esta tesis

El plan de negocios

El plan de negocios es un proceso que nace de una visión integral del entorno para estructurar y definir a un proyecto en específico. El proceso define y evalúa a todos los componentes del proyecto de manera sistémica, de tal forma que permite la comprensión total del mismo e identifica a sus elementos más críticos.

Se puede sugerir que existen dos elementos críticos para el desarrollo de cualquier plan de negocios: el primero consiste en contar con una visión acertada del medio ambiente, el segundo se refiere a la generación de los supuestos generales del proyecto.

⁴⁰ Ver anexo B

Una visión pobre o equivocada del entorno en el que se desenvuelve el proyecto seguramente propiciará que se tome una decisión equivocada. Por el contrario, en la medida en que se comprendan mejor los factores del medio ambiente que pueden influir en el **sistema** que genera el producto o servicio, dará lugar a tomar ventaja de los mismos y ajustar el proyecto a la realidad.

Generalmente la visión correcta del medio ambiente se adquiere a través de la integración y análisis de la **información inteligente** de los eventos que acontecen en el exterior y están relacionados con el proyecto, tales como: la industria, la política, el desarrollo nacional, los avances tecnológicos, las necesidades y preferencias del consumidor, etc. También consiste en tener las suficientes pruebas y hechos para poder emitir una opinión acertada sobre el comportamiento y la dinámica del entorno, así como su posible relación con el proyecto.

Por otro lado, todos los proyectos requieren de la formulación de una serie de supuestos, que formarán parte integral de la estructura del plan de negocios. Se puede afirmar que los supuestos que se proponen en el plan de negocios son los pilares que sostienen el desarrollo total del proyecto. Los supuestos pueden ser estudios que prueban un hecho, el valor de algún parámetro, o bien un evento determinístico.

En la medida en que los supuestos del plan de negocios se refieran a eventos comprobados y/o parámetros significativos, los resultados del proyecto serán más precisos, confiables y coherentes. Esto quiere decir que si los supuestos obedecen a al análisis o estudio de un suceso, se genera certidumbre en los resultados y se reduce el riesgo sistemático del proyecto. Sin embargo, existen otra serie de supuestos que deben proponerse en el plan de negocios, pero que no pueden ser probados, pero sí sustentados en razonamientos plenamente justificados.

Como se comentó en el capítulo 2, un plan de negocios consiste en la integración de una serie de elementos que conforman una estructura flexible y adaptable, de acuerdo a las características de cada proyecto y su entorno. El desarrollo de un plan de negocios de manera lineal es equivocado, ya que la iteración entre sus elementos es fundamental para obtener el mejor resultado y lograr los objetivos planteados.

En este trabajo, se mencionan algunas características y criterios relevantes para el desarrollo del plan, que por lo general no se encuentran en la literatura relacionada con este tema.

Entre los elementos más importantes que se tienen que tomar en consideración para elaborar un plan de negocios están los siguientes:

- la definición de las variables y parámetros del sistema: porque establece al sistema que representa al proyecto,
- la construcción de las métricas: porque mide el desempeño del proyecto y evalúa las metas establecidas,
- la definición de las variables financieras: porque muestran los componentes que determinan la rentabilidad del proyecto,
- la estructura del modelo financiero: porque flexibiliza el modelo económico y apoya en el análisis,
- la construcción de la nota técnica: porque explica la coherencia del sistema que representa,
- la identificación de las variables pivote: porque son parte de la plataforma que sostiene el modelo, son las variables que dan origen al sistema, y
- la identificación de las variables críticas: porque de ellas dependen los resultados económicos del proyecto.

Evaluación económica del proyecto con los métodos tradicionales

En este punto, se menciona la importancia de entender al proceso de evaluación económica del plan de negocios a través de los métodos tradicionales que se describen en el capítulo 3. Esto quiere decir, a través de los métodos que no incluyen el riesgo en su definición.

Todas las metodologías que evalúan económicamente al proyecto son útiles. Cada método describe una característica del proyecto y no es posible asegurar que un método es mejor que otro. De hecho, todos son válidos para el análisis siempre y cuando se comprendan bien los siguientes puntos:

- i. Los elementos (variables o parámetros) que definen al método,
- ii. La métrica que define al proceso de evaluación,
- iii. Los criterios de aceptación o rechazo, y por último
- iv. La temporalidad de la metodología

Los resultados del proceso de evaluación deben ser analizados, entendidos e interpretados correctamente. Esto implica reconocer que los resultados no son estáticos, por lo que si la decisión de llevar a cabo el proyecto difiere del momento de evaluación, deberán volverse a tomar en consideración los factores que han variado en el entorno para volver a evaluar el proyecto. También se debe entender que el grado de complejidad del proceso de evaluación no garantiza por sí mismo los resultados.

Otro punto importante con respecto a los métodos de evaluación, es reconocer que las metodologías de evaluación son cuantitativas, pero no necesariamente objetivas. Por ejemplo, si se establecen supuestos equivocados o sesgados con relación al mercado, es probable que los resultados en el “papel” sean muy diferentes a los resultados reales. Lo mismo resultaría si se supone que precio por el producto o servicio que establece el plan no corresponde a la capacidad económica de los posibles usuarios.

Los resultados que se obtienen de la evaluación deben interpretarse de manera individual y luego en forma conjunta. Si existe alguna contradicción importante entre ellos, habrá que revisar los métodos de evaluación. También se pueden descartar los resultados de la evaluación que no aporten información útil. Por ejemplo, en el caso de la aerolínea se puede observar que:

Por último, es relevante reiterar que los métodos tradicionales de evaluación de proyectos no consideran el impacto de los factores internos y/o externos, en los resultados económicos del proyecto. Esto es, no toman en consideración la posibilidad de que algunas de las variables que integran el sistema, cambie a través del tiempo por razones fortuitas.

Análisis de sensibilidad

Se concluye que el análisis de sensibilidad es una herramienta poderosa por dos razones:

- i. Permite identificar a las variables o parámetros que son críticos en el proyecto.
- ii. Este análisis es de gran utilidad cuando existen condiciones de incertidumbre, ya que permite observar el comportamiento de los resultados económicos del proyecto, en función a los cambios que pudieran darse en algunas variables internas o externas, de las cuales no existe la información suficiente para determinar su comportamiento en el futuro.

Cabe destacar que en este análisis es factible identificar algunos riesgos sistemáticos que están implícitos en el proyecto, de tal forma que posibilita evadirlos, disminuirlos, cubrirlos o compartirlos.

También es importante mencionar que es posible que este análisis identifique a muchas variables o parámetros críticos, pero en la metodología mencionada en el capítulo 3 de este trabajo, se sugiere escoger a los valores extremos de la tabla que genera el análisis de sensibilidad. Sin embargo, esto no quiere decir que existan otros criterios para definir a las variables o los parámetros críticos, ya que por ejemplo, otro punto de vista sería establecer, aquellas variables que sobrepasan cierto número de unidades porcentuales, por ejemplo el 5%.

Desarrollo de escenarios

El proceso para el desarrollo formal de escenarios requiere de especialistas en diferentes disciplinas, por lo que puede consumir un gran cantidad de recursos y tomar mucho tiempo para su elaboración. Sin embargo, el beneficio de construirlos se verá reflejado en la calidad y confiabilidad de los resultados económicos del proyecto. La definición y construcción de los escenarios no es una tarea fácil, pero en la mayoría de los proyectos relevantes resulta un elemento indispensable para el análisis.

La construcción de escenarios alternativos a la realidad que impera en el momento de evaluar el proyecto, admite que pueden existir factores que alteren al sistema en el futuro. La ventaja de su elaboración es obvia, ya que en cualquier proyecto se puede observar a través de los escenarios que, si las condiciones del entorno son favorables (desfavorables), los beneficios económicos del proyecto se modifican⁴¹.

Como se sugiere en la metodología propuesta para la construcción de escenarios en el capítulo 4, es importante destacar que el desarrollo de dos escenarios alternativos al proyecto original es suficiente, ya que la generación de muchos escenarios podría conducir a la confusión y complicación en el análisis. También es necesario reiterar que, para evitar la ambigüedad, los escenarios deben ser nombrados por sus características que lo definen.

Por último, se destaca el hecho de la utilidad de los escenarios en el desarrollo del modelo de evaluación del riesgo en los proyectos de inversión que se propone en el capítulo 5 de esta tesis.

⁴¹ Se recomienda apreciar los cambios en unidades que expresen magnitud, en lugar de números absolutos

Evaluación del riesgo del proyecto

El riesgo es un elemento inherente en todos los proyectos de inversión, por lo que es mejor tomarlo en consideración al evaluarlo, que evadirlo. Entre más complejo sea el proyecto, será mayor su exposición al riesgo, ya que el control de las variables que conforman el sistema se vuelve más complicado y difícil

Sin embargo, no basta con reconocer que los proyectos de inversión están expuestos a diversos riesgos, sino que hay que tratar de encontrar la manera de cuantificarlos o expresarlos de tal forma que propicien a tomar una decisión acertada con relación a la participación en el desarrollo del proyecto.

Precisamente, la estructura del método de evaluación de proyectos que se presenta en este trabajo, permite proponer una forma para estimar el **riesgo sistemático** que conlleva un proyecto de inversión relevante, **evaluado en unidades monetarias**, y extiende la teoría del valor en riesgo (*VaR*)⁴² a los flujos de efectivo que genera un proyecto, ya que también estima **la magnitud de la máxima pérdida posible** que el inversionista pudiera sufrir en un periodo de tiempo determinado, bajo un cierto nivel de confianza.

Se admite que la metodología propuesta puede ser perfectible, pero hay que reconocer que es mejor contar con elementos adicionales que puedan enriquecer la toma de decisiones, que suponer que la complejidad del problema es tal, que es preferible evadir el compromiso de superarla

A diferencia de las metodologías tradicionales para evaluar proyectos de inversión, el método propuesto supone que los elementos que integran al sistema son variables aleatorias, definidas en un espacio muestral. Por lo anterior, es válido suponer que tanto los flujos de efectivo, como el valor presente neto (*VPN*) también son variables aleatorias a las cuales es posible asociar una función de densidad de probabilidad

La metodología que se propone para cuantificar el riesgo en los proyectos de inversión relevantes, supone que el *VPN* se distribuye como una fdp normal. Esta hipótesis es la más importante en la nueva metodología y puede ser debatible. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que no existe la historia sobre los flujos de efectivo que conforman al *VPN*, y por lo tanto no es posible conocer su distribución, ya que el proyecto es inédito. Este supuesto es válido siempre y cuando se demuestre que los flujos de efectivo que componen al *VPN* son estacionarios, es decir que son independientes con relación al tiempo. En el caso de que los flujos de efectivo no fueran estacionarios, habría que desarrollar un análisis colateral a este trabajo.

⁴² La teoría del *VaR* surgió de la necesidad de estimar la máxima pérdida monetaria en portafolios de inversión o carteras crediticias. Algunos textos [6], [13], [34], [35] aplican este concepto a flujos derivados de algunos instrumentos financieros. Hasta ahora, no hay evidencia de que la teoría del *VaR* se haya ampliado a los proyectos de inversión

Si se admite la hipótesis de que el *VPN* se distribuye de manera normal, también la metodología propuesta desarrolla un intervalo de confianza que permite determinar sus límites, superior e inferior, así como el valor esperado de la rentabilidad del proyecto, expresados en función del *VPN*, bajo cierto nivel de confianza.

Por último, es importante mencionar que los resultados obtenidos a través de la metodología para evaluar el riesgo de proyectos de inversión que se propone en este trabajo, son válidos para el periodo de tiempo en el cual las condiciones supuestas del proyecto prevalecen. Como es de suponerse, cualquier cambio en alguna de las variables, internas o externas, que conforman proyecto, conducirá a estimar otro resultado

Análisis e interpretación de los resultados

Los criterios de decisión para la aceptación o rechazo del proyecto bajo esta nueva metodologías son subjetivos, y están en función al nivel de aceptación o rechazo al riesgo por parte del inversionista. Por ejemplo, es posible definir dos criterios para que el tomador de decisiones acepte o rechace participar en el proyecto.

- i El primer criterio se refiere a establecer una condición de aceptación que está en función de que la probabilidad de que el *VPN* sea mayor que un monto establecido (*X*), sea del 95%, por ejemplo. Esto quiere decir, que el inversionista sólo aceptará exponer su capital en el proyecto si:

$$P\{VPN > X\} = 95\%$$

En este punto, hay que reconocer que no siempre le resultará fácil al inversionista interpretar la expresión anterior. Sin embargo, este problema se puede solucionar si se le explica que, de llevarse a cabo cien evaluaciones diferentes del proyecto⁴³, en noventa y cinco de los casos resultaría el $VPN = X$.

⁴³ Siempre y cuando se conserven a los mismos componentes del sistema y los mismos factores del entorno

- ii. El segundo criterio se refiere a establecer la magnitud de la máxima pérdida posible que el proyecto pudiera generar, bajo cierto nivel de confianza. En este caso, el inversionista tendrá que estar consciente que este monto es independiente de la inversión que llevó a cabo, y que representará una pérdida neta. También hay que enfatizar que el monto que se determina como pérdida máxima se refiere al momento en que ésta se determina, y no prevalecerá si cambia el valor de alguna de las variables del sistema o los factores del entorno.

También es importante admitir que la metodología que se presenta en este trabajo puede parecer compleja, pero hay que reconocer la importancia que reviste analizar al proyecto bajo la influencia del riesgo sistemático. Por ejemplo, bajo los criterios de decisión de los métodos tradicionales, éstos aconsejarían al inversionista a participar en el desarrollo de un proyecto. Sin embargo, si el inversionista quisiera exponer su capital en caso de que la probabilidad de que el *VPN* fuese mayor a cero, fuera del 95%, induciría a rechazar su participación en el proyecto.

Para terminar y resumir este trabajo, se puede concluir que la metodología propuesta en este trabajo forma parte del proceso general de evaluación de proyectos de inversión relevantes, y complementa a los métodos tradicionales de evaluación, para la toma de decisiones con relación a la aceptación o rechazo de un proyecto.

Anexos

ANEXO A

METODOLOGÍAS PARA DESARROLLAR PLANES DE NEGOCIOS

Gregory I. Kravitt Creating a winning business plan Probus Publishing Co. Chicago, Illinois, 1993	Rhonda M. Abrams The successful business plan: Secrets & strategies The Oasis Press Grants Pass, Oregon, 1993	Rafael Alcaraz Rodríguez El emprendedor de éxito: Guía de planes de negocios McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, D.F., 2001	David H. Bangs Jr. El plan de negocios Dearborn Financial Publishing, Inc. Chicago, Illinois, 1998
1 Antecedentes 2 Administración 3 Constitución y propietarios de la empresa 4 Recursos humanos 5 Criterios de inversión 6 Estrategias de mercado 7 Análisis de competencia 8 Tácticas de ventas 9 Clientes y proveedores 10 Producción y operación 11 Regulación 12 Información financiera 13 Plan estratégico Anexos	1 Resumen ejecutivo 2 Descripción de la compañía 3 Análisis de la industria 4 Mercado objetivo 5 Plan de mercado y estrategia de ventas 6 Operaciones 7 Administración y organización 8 Desarrollo a largo plazo y plan de éxito 9 Estados financieros 10 Apéndices	1 Naturaleza del negocio 2 Mercado 3 Producción 4 Organización 5 Finanzas 6 Plan de trabajo 7 Resumen ejecutivo 8 Anexos	1 Visión general del plan de negocios 2 Declaración de objetivos 3 Índice 4 Financiamiento 5 Descripción del negocio 6 Producto / servicio 7 El mercado 8 Ubicación del negocio 9 La competencia 10 Administración 11 Personal 12 Datos financieros

Tabla A.1: Metodologías para el desarrollo del plan de negocios

Anexo B

Aplicación: Proyecto de inversión de alto riesgo en la industria del aerotransporte

En este anexo se presenta un ejemplo para mostrar la aplicación de los conceptos expuestos en este trabajo. Para tal efecto, se toma como ejemplo un proyecto de inversión que consiste en la creación de una nueva línea aérea en el país

El problema a resolver consiste en determinar la factibilidad económica del proyecto, de tal forma que los agentes económicos (inversionistas) que estén dispuestos a participar en el mismo, cuenten con la certidumbre suficiente para tomar la decisión adecuada.

Es importante señalar que la **viabilidad** del proyecto que se propone como ejemplo ha sido probada de antemano. Esto quiere decir que existe la evidencia de que es posible crear en el país una nueva línea aérea, ya que existen las condiciones necesarias internas y externas para que ésta pueda existir, o bien, que existen condiciones de mercado, de reglamentación, de competencia, de tecnología, etc., que le permitirán desarrollarse en el medio ambiente al momento en el que se propone el desarrollo del proyecto^a.

También es importante destacar que la empresa que se propone desarrollar estará inmersa en una industria compleja, competitiva y de alto riesgo, además de que requerirá de una inversión significativa

Al día de hoy, la industria aérea mundial pasa por momentos críticos, ya que los servicios que proporcionan las aerolíneas son complejos en su operación y muy sensibles a ciertos factores del entorno, como: la competencia, la desregulación de las tarifas, la volatilidad de precios de los hidrocarburos, la mano de obra especializada, los servicios de transporte sustitutos, etc.

Otro factor importante que impacta a las aerolíneas son los efectos resultantes del terrorismo. Ahora las líneas aéreas se enfrentan al hecho de asignar más recursos para cubrir nuevas primas de seguros que cubran este riesgo, por lo que las utilidades se han reducido considerablemente.

Ante este panorama, es evidente que cualquier proyecto relacionado con la industria del aerotransporte desmotive a los inversionistas a participar en él. Sin embargo, no se puede descartar el hecho de que una nueva línea aérea en el

^a La viabilidad del proyecto no será demostrada en este trabajo ya que sólo se trata de aplicar la metodología propuesta en este trabajo.

país represente una buena alternativa de inversión, siempre y cuando se demuestre a los inversionistas la rentabilidad (factibilidad económica) y el riesgo, expresado en unidades monetarias, que conlleva el desarrollo de este proyecto.

Por último, es importante destacar que el valor que asumen las variables y los parámetros que conforman el ejemplo (en lo que se refiere al plan de negocios y los escenarios) que se presenta a continuación, fueron tomados de diferentes fuentes dentro de la industria del aerotransporte o estimados de manera empírica. Sin embargo, no hay que perder de vista que el objetivo de presentar el ejemplo es para clarificar y observar la aplicación de las metodologías expuestas en este trabajo.

B.1 Especificaciones generales del proyecto

Proyecto: Creación de una nueva línea aérea en México para el transporte de pasajeros.

Objetivo General: Crear una línea aérea para transportar pasajeros dentro del territorio nacional y hacia los Estados Unidos de América, para satisfacer las necesidades de transporte aéreo a una población que demanda servicios de calidad, seguridad, eficiencia y precios justos. También estructurar una empresa que satisfaga las expectativas propias de su personal y sus inversionistas.

Supuestos Generales:

a. Horizonte de tiempo:	5 años
b. Moneda:	Dólares americanos
c. Cifras:	Constantes del año inicial
d. Unidades de tiempo:	Años
e. Inversión:	Sólo al inicio del proyecto, en $t = 0$
f. Equipo de vuelo:	Arrendamiento puro
g. Características equipo de vuelo y su operación:	<ul style="list-style-type: none"> • 50 asientos • 2 tripulantes y 1 sobrecargo
h. Red de rutas:	Se simuló una red de rutas para el primero y quinto año
i. Activos:	Se deprecian de manera lineal, 10% anual
j. Deuda:	Se opta por no adquirir deuda
k. Crecimiento:	Extensión de la Red de Rutas
L. Tasa de interés	15% anual

Tabla B.1: Supuestos generales del proyecto de una nueva línea aérea

Comentarios a los supuestos generales:

- a. **Horizonte de tiempo:** Se supone que el servicio debe generar ingresos desde el inicio de operaciones y alcanzar su madurez antes del quinto año. Suponer un horizonte de tiempo mayor a cinco años equivaldría a generar más riesgo en los resultados de la evaluación
- b. **Moneda:** Se decidió evaluar el proyecto en dólares americanos ya que la mayoría de los insumos están evaluados en esta moneda, como es el caso del combustible (turbosina) y el arrendamiento de equipo. También porque la mayoría de los parámetros están expresados en esta moneda. Sin embargo, los estados financieros del proyecto también están expresados en moneda nacional, para lo cual existe en el modelo una variable para expresar el tipo de cambio de dólar con relación al peso.
- c. **Cifras:** Se consideran los precios del año en que se desarrolla el plan de negocios y no toma en consideración la inflación en el horizonte del tiempo. Se supone que todos los eventos económicos (ventas, costos, gastos, etc.) ocurren y se registran al final del año.
- d. **Unidades de tiempo:** En años. Se reconoce que existe estacionalidad en las ventas, pero no se toma en consideración para este ejemplo.
- e. **Inversión:** Se supone que la inversión es única y se lleva a cabo al inicio del proyecto, esto es, en $t = 0$.
- f. **Equipo de vuelo:** Se toma la decisión de arrendar el equipo, sin opción a compra. Cada equipo cuenta con 50 asientos^b y puede ser operado por dos tripulantes (Capital y 1° Oficial) y requiere de un sobrecargo. Se considera que el equipo de vuelo está disponible a partir del inicio de cada año.
- g. **Red de rutas:** Se simula una red de rutas para el primer año que contempla 10 rutas radiales con 178 frecuencias semanales. También se simula otra red de rutas para el quinto año de operación, la cual incluye 90 rutas y 1,620 frecuencias semanales. Para determinar las rutas y las frecuencias en los años intermedios, se interpolaron de manera lineal conforme al número de frecuencias entre el 1° y 5° año (ver anexo C y D).
- h. **Activos:** Se estima que los activos requeridos para iniciar operaciones es de 30 millones de dólares y se supone que todos se deprecian al 10% anual.

^b La decisión de suponer equipo de vuelo con 50 plazas se debe a la estrategia de cobertura del mercado y número de frecuencias semanales.

- i. **Deuda:** Se establece la política de no adquirir deuda. La inversión inicial y los resultados de la operación de la empresa deberán ser suficientes para satisfacer las necesidades financieras del proyecto.
- j. **Crecimiento:** En función del crecimiento de la red de rutas, que se explica en el inciso g. Todos los parámetros considerados en el sistema se mantienen constantes a $t = 0$
- k. **Tasa de interés:** Se propone como referencia una tasa de interés del **15%**, para evaluar la rentabilidad del proyecto y contiene a tasa libre de riesgo mas ciertos puntos porcentuales que representan a los factores de riesgo propios del proyecto, que incluye la volatilidad observada en el último año.

B.2 Variables y parámetros:

Identifica a las variables y parámetros (internos y externos) más importantes dentro de un contexto sistémico, como se presenta en la siguiente figura:

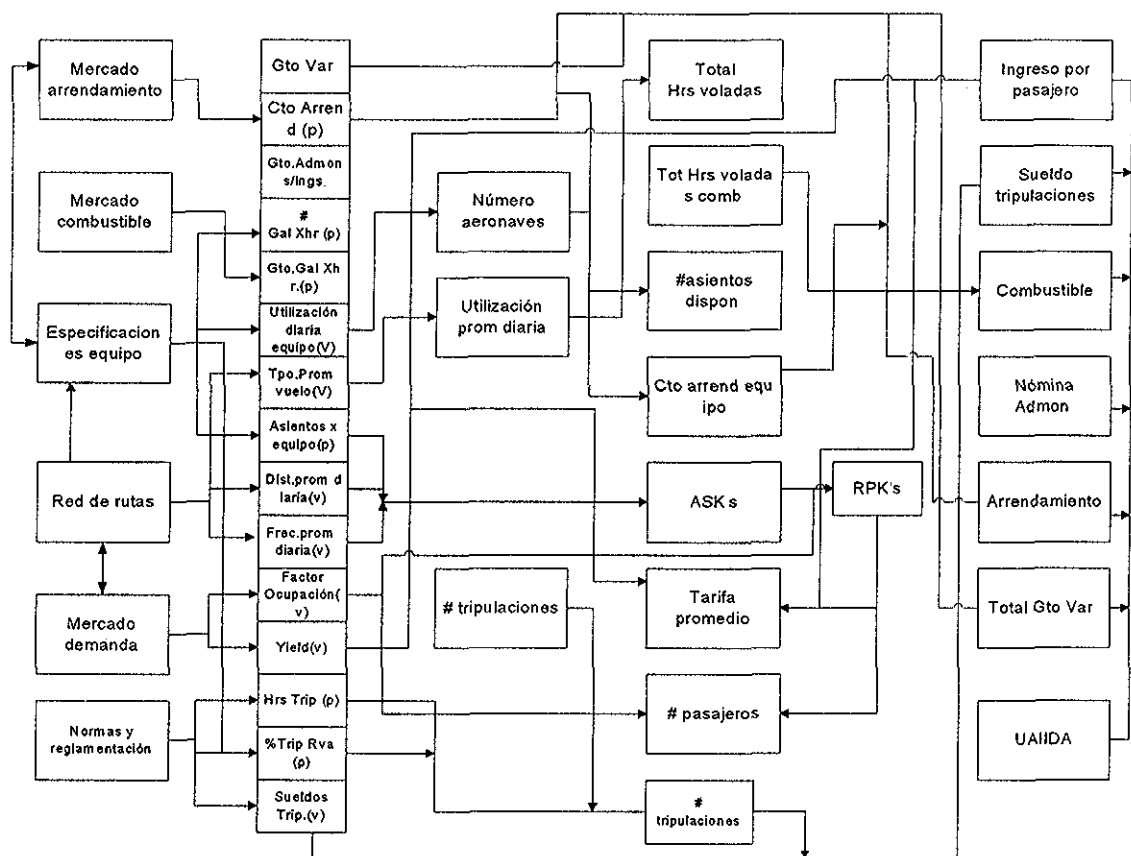


Figura B.1: Sistema integral del proyecto para una nueva línea aérea

B.3 Métricas

Expresan la relación que existe entre algunas variables del proyecto para medir cómo se está desempeñando el proyecto. Son el termómetro que guían al proyecto para determinar si éste se dirige en la dirección de los objetivos específico (y por ende del objetivo general) y que se definen en las metas particulares. También se les denominan como **indicadores** del proyecto.

Para este proyecto, las métricas se especifican como sigue:

Nombre	Definición
Asientos Kilómetro Disponibles (ASKs)	Asientos * Distancia promedio diaria * Frecuencias promedio diaria
Pasajeros Kilómetro volados (RPKs)	Asientos ocupados * Distancia promedio diaria * Frecuencias promedio diaria
Factor de Ocupación	RPK's / ASK's
Yield ^o , dólares (rendimiento por kilómetro volado)	Ingreso por pasajeros en dlls / RPK's
Yield ^o , pesos (rendimiento por kilómetro volado)	Ingreso por pasajeros en pesos / RPK's
Ingreso por asiento/kilómetro	Ingreso por pasajeros en dlls / ASK's
Costo total por asiento/kilómetro	Costo total / ASK's
Gasto total por asiento/kilómetro	Gasto total / ASK's
Combustible por asiento/kilómetro	Total combustible / ASK's
Arrendamiento de equipo/kilómetro	Total arrendamiento / ASK's
Nómina administración/kilómetro	Total nómina administración / ASK's
Depreciación/kilómetro	Total depreciación / ASK's
Punto de equilibrio (RPK's)	Costo / { (Ingresos-Gasto)/RPK's }

Tabla B2: Definición de variables y parámetros

^o En la industria aérea, el término *yield* se interpreta como el rendimiento o beneficio económico por un asiento-kilómetro volado. Se define en la nota técnica que se presenta en la sección 5.5 de este anexo

B.4 El modelo financiero base

En este ejemplo se diseñó un modelo financiero mixto de acuerdo con el siguiente diagrama:

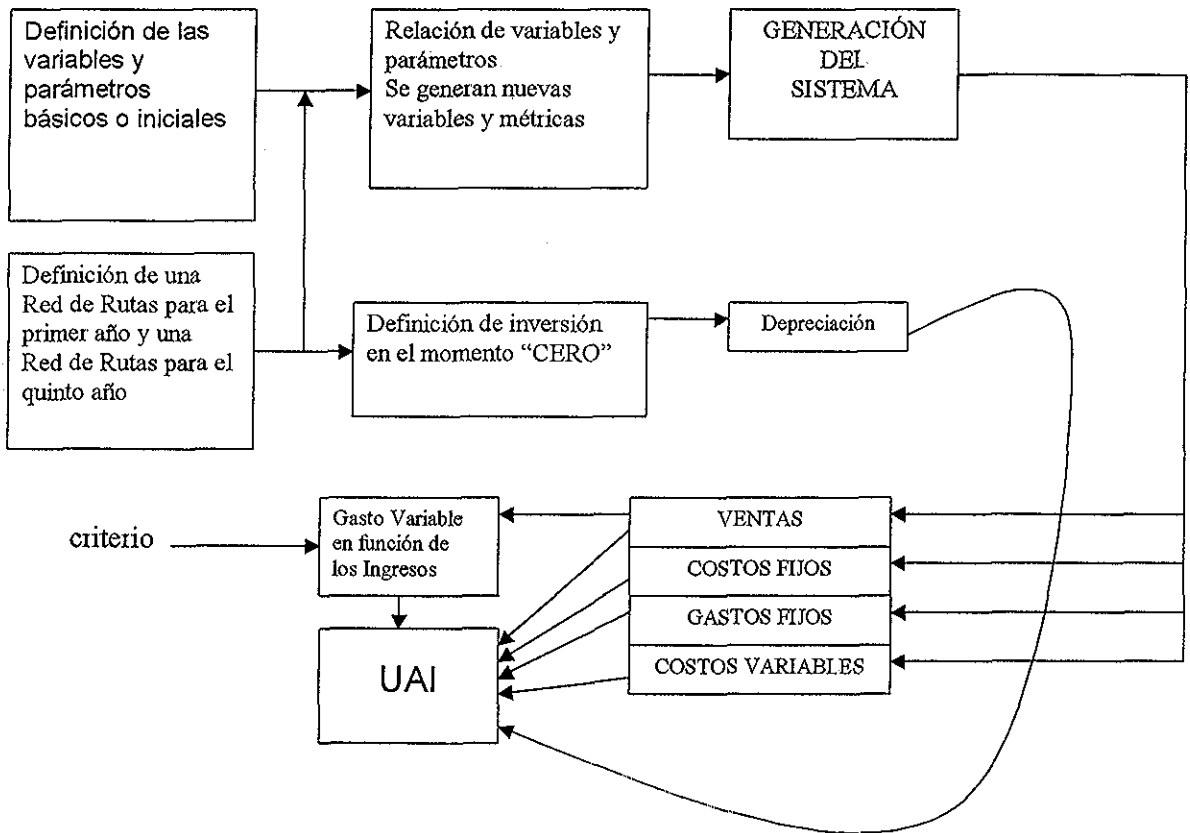


Figura B.2: Modelo conceptual del modelo financiero base

El modelo tiene dos puntos de partida: Las variables y parámetros iniciales, así como una red de rutas para el primer año y el quinto año. Se determinó que el margen de utilidad antes de impuesto (MUAI) para el primer año debería ser muy cercana a cero, y que se mantuviera en un intervalo del (-1.5% , +1.5%).

Es evidente que el esquema de rutas para los cinco años generan las ventas, el total de costos (fijos y variables) y los gastos fijos. Entonces, los gastos variables quedan como variable dependiente del modelo

En el momento en el que se diseña el **modelo financiero base**, es cuando se establecen los costos fijos, los costos variables y los gastos fijos del proyecto

Este diseño permite analizar la elasticidad de los gastos variables con relación a una utilidad predeterminada o a un criterio establecido. También este modelo permite sensibilizar los gastos variables en función de las ventas, que es la forma como se establecieron en este modelo.

Se determinó que para obtener el criterio establecido sobre el margen de la UAI, los gastos variables deben ser aproximadamente el 27% del total de los ingresos. Si después de analizar a detalle los gastos variables, su monto resulta mayor del 27% del total de los ingresos, puede concluirse que el proyecto no es factible, ya que rompe la regla establecida para la utilidad requerida. En este caso sólo existen dos alternativas: i) Se modifica el criterio de utilidad; ii) Se rechaza el proyecto y no se continúa con la evaluación del proyecto.

Ahora bien, se determinan a los gastos variables como variable dependiente del modelo debido al hecho de que estos gastos pueden ser modificados sin sacrificar la operación de la empresa. Esto quiere decir que se puede ahorrar o sacrificar en ciertos renglones de los gastos variables, sin afectar la operación y la rentabilidad del proyecto. Como ejemplo se puede mencionar el caso de reducir los gastos de publicidad, negociar comisiones con agentes de ventas, concursar los servicios de alimentos a bordo, etc.

Cuando se elabora el modelo financiero base en la hoja electrónica de cálculo, se recomienda distinguir entre las variables iniciales del sistema (en $t = 0$) y los parámetros del mismo. Esto se puede llevar a cabo utilizando color magenta para las variables de inicio y color rojo para los parámetros. Todas las demás variables quedan en color negro.

Esta recomendación parece irrelevante, pero tiene gran importancia, ya que al señalar con color magenta y rojo a las variables y parámetros iniciales respectivamente, permitirá identificar los elementos que son factibles de ser modificados dentro del proceso de ajuste y sintonía del modelo; así como identificar a los elementos del sistema que intervienen en el análisis de sensibilidad.

En resumen, el modelo financiero base es la plataforma para el desarrollo de los estados financieros, el desarrollo de la nota técnica, el análisis de sensibilidad y el desarrollo del proceso de generación de escenarios.

Modelo financiero base
(USD constantes)

	1	2	3	4	5
	\$	\$	\$	\$	\$
Datos Financieros					
Estado de Resultados					
Ventas					
Pasajeros	39 817 328.54	120 570 450.00	201 994 650.00	281 853 000.00	363 277 200.00
Carga	0	3 617 113.50	6 059 839.50	8 455 590.00	10 898 316.00
Otros	0	0	0	0	0
Total ventas	39 817 329	124 187 564	208 054 490	290 308 590	374 175 516
var		211.9%	67.5%	39.5%	28.9%
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	3 708 000.00	11 124 000.00	18 694 500.00	25 956 000.00	33 526 500.00
Sueldos sobrecargos	460 000.00	1 334 000.00	2 254 000.00	3 128 000.00	4 025 000.00
Total costo fijo	4 168 000.00	12 458 000.00	20 948 500.00	29 084 000.00	37 551 500.00
Costos Variables					
Combustible	5 238 206.25	15 861 759.38	26 573 596.88	37 079 437.50	47 791 275.00
Total costo variable	5 238 206.25	15 861 759.38	26 573 596.88	37 079 437.50	47 791 275.00
Total costos	9 406 206.25	28 319 759.38	47 522 096.88	66 163 437.50	85 342 775.00
Utilidad Bruta	30 411 122.29	95 867 804.13	160 532 392.63	224 145 152.50	288 832 741.00
margen bruto	78.4%	77.2%	77.2%	77.2%	77.2%
Gasto Fijo					
Arrendamiento equipo	11 760 000.00	35 280 000.00	58 800 000.00	82 320 000.00	105 840 000.00
Sueldos y salarios	7 963 465.71	24 837 512.70	41 610 897.90	58 061 718.00	74 835 103.20
Total gasto fijo	19 723 465.71	60 117 512.70	100 410 897.90	140 381 718.00	180 675 103.20
Gasto Variable					
Cuotas aterrizajes	-	-	-	-	-
Mantenimiento equipo	-	-	-	-	-
Control de vuelo	-	-	-	-	-
Servicios tierra - rampa	-	-	-	-	-
Manejo de pasajeros	-	-	-	-	-
Catering	-	-	-	-	-
Ventas y reservaciones	-	-	-	-	-
Comisiones agencias	-	-	-	-	-
Publicidad	-	-	-	-	-
Administración	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
Depreciación y amort	-	-	-	-	-
Total gasto variable	27%	10 891 632.05	33 970 266.12	56 911 225.06	79 411 011.71
Total gasto	30 615 097.76	94 087 778.82	157 322 122.96	219 792 729.71	283 027 073.85
UAI	(203 975.47)	1 780 025.31	3 210 269.67	4 352 422.79	5 805 667.15
margen de operación	-0.6%	1.4%	1.5%	1.5%	1.6%

Tabla B.3: Modelo financiero base

Variables, Parámetros y Métricas

INGRESOS							
v	Utilización diaria equipos	8	8	8	8	8	8
v	Tiempo promedio vuelo	2 15	2 15	2 15	2 15	2 15	2 15
v	Utilización total prom Diaria		54 67	165 55	277 35	387 00	498 80
v	Num aeronaves		7	21	35	49	63
p	# Asientos X aeronave	50	50	50	50	50	50
v	# Asientos Disponibles		350	1 050	1 750	2 450	3 150
v	Utilización Sem Prom	7	7	7	7	7	7
v	Distancia Prom.Diaria (Km)		1 200	1,200	1,200	1,200	1,200
v	Delta Frecuencias P.D.			202 8%	67 5%	39 5%	28 9%
v	Frecuencias Prom Diarias		25	77	129	180	232
v	Delta ASKs			202 8%	67 5%	39 5%	28 9%
v	ASKs anual		556 885 714	1 686 300 000	2 825 100 000	3 942 000 000	5 080 800 000
v	Delta FO		0 00%	0 00%	0 00%	0 00%	0 00%
v	Factor de Ocupación RPKs anual	65%	65 0%	65 0%	65 0%	65 0%	65 0%
			361 975 714	1 096 095 000	1 836 315 000	2 562 300 000	3 302 520 000
	Delta Yield		0%	0%	0%	0%	0%
v	Yield	\$ 0 1100	\$ 0 1100	\$ 0 1100	\$ 0 1100	\$ 0 1100	\$ 0 1100
v	Tarifa Promedio	\$	\$ 132 00	\$ 132 00	\$ 132 00	\$ 132 00	\$ 132 00
v	Pasajeros	\$	\$ 301 646 4	\$ 913 412 5	\$ 1 530 262 5	\$ 2 135 250 0	\$ 2 752 100 0
v	% Carga s/Ings.Tot		0%	3%	3%	3%	3%
v	% Otros ingresos		0%	0%	0%	0%	0%
COSTOS Y GASTOS							
Tripulación							
p	# horas permitidas	3	3	3	3	3	3
p	% reservas	30%	30%	30%	30%	30%	30%
v	Sueldo Capitán	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500
v	Sueldo 1° Oficial	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000
	# tripulaciones		24	72	121	168	217
Cabina							
p	# horas permitidas	4 \$	4 \$	4 \$	4 \$	4 \$	4 \$
p	% reservas	40%	40%	40%	40%	40%	40%
v	Sueldo	\$ 23 000	\$ 23 000	\$ 23 000	\$ 23 000	\$ 23 000	\$ 23 000
	# sobrecargos		20	58	98	136	175
Combustible							
	Total Horas voladas		19 955	60 426	101 233	141 255	182 062
p	Costo galón	0 75	0 75	0 75	0 75	0 75	0 75
	Delta costo galón		0%	0%	0%	0%	0%
p	# galones X hr Volada	350	350	350	350	350	350
Nómina (Administración y otros)							
v	% s/Ingresos		20 0%	20 0%	20 0%	20 0%	20 0%
p	Cto. Arrendam Equipo	140 000 \$	11 760 000 \$	35 280 000 \$	58 800 000 \$	82 320 000 \$	105 840 000

Tabla B.4: Variables y parámetros para la generación del modelo financiero base

Es importante destacar que el modelo financiero base se construye definiendo en primer lugar la tabla 9 de variables, parámetros y su proyección en el horizonte de tiempo para definir a las variables de ventas, costos, gastos y la UAI que se presenta en la tabla 8. Este proceso es iterativo y en el diseño de este ejemplo se puede observar que la generación de asientos kilómetro volados (ASK's que deriva de una red de rutas) determinan el número de equipos que requiere la compañía para operar, lo que a su vez determina los costos y gastos más importantes del modelo.

En el proceso de construcción del modelo financiero base, así como en el proceso de ajuste y sintonía del mismo (a través de las iteraciones necesarias), deben observarse los supuestos que fueron generados en el desarrollo del plan de negocios. Esto es, no se pueden violar las reglas establecidas en los análisis de mercado, de competencia, tecnológicos, de operación, etc. ya que por principio, todos los modelos deben estar acotados.

Por ejemplo, no sería consistente determinar a través del modelo financiero base la posibilidad de obtener utilidades antes de impuestos mayores del 20%, a través de suponer bajos costos del combustible, proponer precios de arrendamiento por debajo de la realidad o esperar que exista una demanda de los servicios mayor a lo que establece el análisis de mercado. De hecho, se violaría el principio de integridad que fue mencionado en el Capítulo 2 de este trabajo y los resultados de todos los análisis serían artificiales.

B.5 La nota técnica

La nota técnica es una herramienta que debe acompañar al modelo financiero base para explicar la construcción del sistema a través de las variables, los parámetros y las métricas. La nota técnica debe contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la fuente de los ingresos, los costos y los gastos?
- ¿Qué variables y parámetros intervienen en la generación de los resultados?
- ¿Cómo interpretar a las variables que generan el sistema?
- etc.

Además, la nota técnica valida la construcción del sistema que representa al proyecto, ya que permite observar la relación que existe entre todas las variables y parámetros.

Como se mencionó en el capítulo 2, la nota técnica que se elaboró para este ejemplo cuenta con los elementos básicos para describir a los componentes que generan el sistema, como sigue:

Nota Técnica

Nombre	Expresión	Definición	Tipo	Unidades	Supuesto Parámetro/Variable
1 Ude	=	8 Utilización diaria equipos	Parámetro	numérica horas	Promedio industria
2 Tpv	=	2 15 Tiempo promedio vuelo	Parámetro	numérica horas	A partir de un itinerario supuesto
3 Utpd	=	Utilización total prom. Diaria	Fórmula	numérica horas	
4 Equipo	=	$\text{entero}(Utpd/Ude) + 1$	Fórmula	numérica	
5 Asientos	=	50 Número de asientos por aeronave	Variable	numérica	Equipo seleccionado
6 AsDispo	=	Asientos " Equipo	Fórmula	numérica	
7 Usp	=	7 Utilización semanal promedio	Variable	numérica	Se utiliza toda la semana
8 Dpd	=	1200 Distancia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
9 Var. Frec	=	Fpd_i / Fpd_{i-1}	Fórmula	porcentaje	
10 Fpd	=	25 Frecuencia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
11 Var ASKs	=	ASK_i / ASK_{i-1}	Fórmula	porcentaje	
12 ASKs	=	$As \cdot Dpd \cdot (Usp/7) \cdot Fpd$	Fórmula	numérica	
13 Delta FO	=	FO_i / FO_{i-1}	Fórmula	porcentaje	
14 FO	=	Factor de Ocupación	Variable	porcentaje	Promedio óptimo de la industria
15 RPKs	=	Asientos " FO	Fórmula	numérica	
16 Delta Yield	=	0% Incremento anual de rendimiento	Variable	porcentaje	Se mantiene constante el rendimiento en el horizonte de tiempo
17 Yield	=	0.1100 Rendimiento por RPK	Parámetro	unidades monetarias	Promedio industria en 2001 de aerolíneas americanas
18 Tarifa prom	=	$Yield \cdot RPK / (Asientos \cdot Tarifa \text{ promedio por ciudades})$	Fórmula	unidades monetarias	
19 Pasajeros	=	Asientos " Fpd " 365 " FO	Fórmula	unidades	
20 %Carga	=	0% % Carga ventas s/Atas. pax	Variable	porcentaje	0 el primer año y 3% los años subsiguientes
21 %Otros	=	0% % Otros ventas s/Atas.pax.	Variable	porcentaje	0 durante el horizonte de tiempo
Ventas					
22 Pasajeros	=	Yield " RPKs	Fórmula	unidades monetarias	ventas por pasajeros
23 Carga	=	Pasajeros " %Carga	Fórmula	unidades monetarias	ventas por carga
24 Otros	=	Pasajeros " %Otros	Fórmula	unidades monetarias	ventas otros conceptos
25 # horas permitidas	=	3.00 Horas permitidas diarias tripulación cabina chl	Parámetro	numérica horas	Promedio diario Industria, óptimo de seguridad
26 % reservas	=	30 0% Total de tripulación requerida como reserva	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencias
27 Sueldo Capitán	=	97 500 00 Sueldo anual en dólares Capitán	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
28 Sueldo 1° Oficial	=	57 000.00 Sueldo anual en dólares 1° Oficial	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
29 # tripulaciones	=	$(Utpd / \# \text{ Horas perm.}) \cdot \text{Total de tripulación requerida}$	Fórmula	numérico	
30 # horas permitidas	=	4.00 Horas permitidas diarias tripulación sobrecarg	Parámetro	numérica horas	Promedio diario Industria, óptimo de seguridad
31 % reservas	=	40 0% Total de tripulación requerida como reserva	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencias
32 Sueldo	=	23 000.00 Sueldo anual en dólares Sobrecargos	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
33 # sobrecargos	=	$(Utpd / \# \text{ Horas perm.}) \cdot \text{Total sobrecargos requerida}$	Fórmula	numérico	
34 Total Horas voladas	=	$Utpd \cdot 365$	Fórmula	numérica horas	
35 Costo galón	=	0.75 Costo por galón de combustible (turbosina)	Parámetro	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
36 Delta costo galón	=	0% Porcentaje de incremento del costo por galón	Variable	porcentaje	Se mantiene constante en el horizonte de tiempo
37 # galones X hr Volada	=	350 Consumo de combustible	Parámetro	numérico	Especificaciones técnicas de equipo utilizado
38 Nómina administración	=	$\text{Total ventas} \cdot \% \text{ s/ve}$	Fórmula	unidades monetarias	Sueldos y salarios de administración
39 % s/ventas	=	20% Porcentaje de ventas para nómina	Variable	porcentaje	Máximo permitido
40 Cto. Arrendam Equipo	=	140 000 00 Renta mensual equipo de vuelo	Parámetro	unidades monetarias	Promedio sobre tipo de equipo utilizado
41 Sueldos tripulación	=	$\# \text{ tripulaciones} \cdot (\text{Sueld} \cdot \text{Sueldo tripulación anual})$	Fórmula	unidades monetarias	
42 Sueldos sobrecargos	=	$\# \text{ sobrecargos} \cdot \text{Sueld} \cdot \text{Sueldo sobrecargos anual}$	Fórmula	unidades monetarias	
43 Combustible	=	$\text{Total Horas voladas} \cdot \text{Gasto total anual turbosina}$	Fórmula	unidades monetarias	
44 Arrendamiento equipo	=	$\text{Num. Aeronaves} \cdot \text{Ct} \cdot \text{Gasto total anual arrendamiento equipo de vu}$	Fórmula	unidades monetarias	
45 Sueldos y salarios	=	$\% \text{ s/ventas} \cdot \text{ventas t} \cdot \text{Total nómina administración}$	Fórmula	unidades monetarias	
46 Total gasto variable	=	27 35% Total gasto variable anual: Cuotas aterrizajes Mantenimiento equipo Control de vuelo Servicios tierra - rampa Manejo de pasajeros Catering (alimentos y bebidas a bordo) Ventas y reservaciones Comisiones agencias Publicidad Administración Otros	Variable	porcentaje	Máximo permitido para cumplir con el objetivo

Tabla B.5: Nota técnica para el modelo financiero base

B.6 Estados financieros proforma

Los estados financieros proforma son la síntesis y formalización del proyecto, de tal forma que permiten resumir y destacar los resultados económicos del modelo que representa al proyecto. Los estados financieros se generan a partir del modelo financiero base en donde se recapitulan todos los elementos que integran al plan de negocios, expresados todos en unidades monetarias.

Los estados financieros proforma dan origen a un sinnúmero de análisis para coadyuvar en la comprensión del proyecto y la toma de decisiones. Para efecto de este trabajo se elaboraron los tres estados financieros básicos: el estado de resultados, el estado de la situación financiera y el flujo de efectivo neto.

	1	2	3	4	5	Total
Estado de Resultados proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas Brutas						
Pasajeros	39 817 328.54	120 570 450.00	201 994 650.00	281 853 000.00	363 277 200.00	1 007 512 628.54
Carga	0	3 617 113.50	6 059 839.50	8 455 590.00	10 898 316.00	29 030 859.00
Otros	0	0	0	0	0	0
Total ventas brutas	39 817,328.54	124,187,563.50	208,054,489.50	290,308,590.00	374,175,516.00	1,036,543,487.54
Costos de Operación						
Comustible	5 238 206.25	15 861 759.38	26 573 596.88	37 079 437.50	47 791 275.00	132 544 275.00
Nómina	4 168 000.00	12 458 000.00	20 948 500.00	29 084 000.00	37 551 500.00	104 210 000.00
Total costo	9,406,206.25	28,319,759.38	47,522,096.88	66,163,437.50	85,342,775.00	236,754,275.00
Utilidad Bruta	30 411 122.29	95 867 804.13	160,532,392.63	224 145 152.50	288,832 741.00	799 789 212.54
Gastos de Administración	27,615,097.76	91,087,778.82	154,322,122.96	216,792,729.71	280,027,073.85	769,844,803.09
Utili. Antes de I. I. D. y A.	2 796 024.53	4 780 025.31	6 210 269.67	7 352 422.79	8 805 667.15	29 944 409.45
Depreciación	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	15,000,000.00
Utili. Antes de Imptos e Ints	(203,975.47)	1 780 025.31	3 210 269.67	4 352 422.79	5 805 667.15	14 944 409.45
Intereses	0	0	0	0	0	0
Utili. Antes de Impuestos	(203 975.47)	1 780 025.31	3 210 269.67	4 352 422.79	5 805 667.15	14,944 409.45
Impuestos	(89,749.21)	783,211.13	1,412,518.65	1,915,066.03	2,554,493.55	6,575,540.16
Utilidad Neta	(114,226.26)	996,814.17	1,797,751.01	2,437,356.76	3,251,173.61	8,368,869.29

Tabla B 6: Estado de resultados proforma

Como Porcentaje de las Ventas Brutas

	1	2	3	4	5	Total
Estado de Resultados proforma USD ctes.	%	%	%	%	%	%
Ventas Brutas						
Pasajeros	100.0%	97.1%	97.1%	97.1%	97.1%	97.2%
Carga	0.0%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.8%
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total ventas brutas	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Costos de Operación						
Comustible	13.2%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%
Nómina	10.5%	10.0%	10.1%	10.0%	10.0%	10.1%
Total costo	23.6%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%
Utilidad Bruta	76.4%	77.2%	77.2%	77.2%	77.2%	77.2%
Gastos de Administración	69.4%	228.8%	387.6%	544.5%	703.3%	74.3%
Util. Antes de I. I. D. y A.	7.0%	3.8%	3.0%	2.5%	2.4%	2.9%
Depreciación	7.5%	2.4%	1.4%	1.0%	0.8%	1.4%
Util. Antes de Imptos. e Ints.	-0.5%	1.4%	1.5%	1.5%	1.6%	1.4%
Intereses	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Util. Antes de Impuestos	-0.5%	1.4%	1.5%	1.5%	1.6%	1.4%
Impuestos	-0.2%	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%
Utilidad Neta	-0.3%	0.8%	0.9%	0.8%	0.9%	0.8%

Tabla B.7: Estado de resultados proforma en función de las ventas brutas

Edo. Situación financiera proforma USD ctes.						Total
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
ACTIVO						
Activo Corto Plazo						
Caja y Bancos	6 028 699 23	17 867 336 67	30 622 706 97	43 942 827 85	58 144 720 75	58 144 720 75
Cuentas por Cobrar	7 963 465 71	24 837 512 70	41 610 897 90	58 061 718 00	74 835 103 20	74 835 103 20
Total de Activo Corto Plazo	13 992 164 94	42 704 849 37	72 233 604 87	102 004 545 85	132 979 823 95	132 979 823 95
Activo Fijo						
Al costo	30 000 000 00	30 000 000 00	30 000 000 00	30 000 000 00	30 000 000 00	30 000 000 00
Depreciación Acum	3 000 000 00	6 000 000 00	9 000 000 00	12 000 000 00	15 000 000 00	15 000 000 00
Activo Fijo - Neto	27 000 000 00	24 000 000 00	21 000 000 00	18 000 000 00	15 000 000 00	15 000 000 00
Otros Activos						
Otros Activos	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVO	40,992,164.94	66,704,849.37	93,233,604.87	120,004,545.85	147,979,823.95	147,979,823.95
PASIVO						
Pasivo Corto Plazo						
Cuentas por pagar	11 106 391 20	35 822 261 46	60 553 265 95	84 886 850 16	109 610 954 65	109 610 954 65
Pasivo Largo Plazo						
Deuda	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO	11,106,391.20	35,822,261.46	60,553,265.95	84,886,850.16	109,610,954.65	109,610,954.65
CAPITAL	29 885 773 74	30 882 587 91	32 680 338 92	35 117 695 69	38 368 869 29	38 368 869 29
TOTAL PASIVO + CAPITAL	40,992,164.94	66,704,849.37	93,233,604.87	120,004,545.85	147,979,823.95	147,979,823.95

Tabla B.8: Estado de la situación financiera proforma

Edo. Situación financiera proforma USD ctes.	Variación Anual					Total
	1	2	3	4	5	
	%	%	%	%	%	%
ACTIVO						
Activo Corto Plazo						
Caja y Bancos	n d	196.4%	71.4%	43.5%	32.3%	964.5%
Cuentas por Cobrar	n d	211.9%	67.5%	39.5%	28.9%	939.7%
Total de Activo Corto Plazo	n d	205.2%	69.1%	41.2%	30.4%	950.4%
Activo Fijo						
Propiedad en Servicio	n.d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Depreciación Acum	n.d	100.0%	50.0%	33.3%	25.0%	500.0%
Activo Fijo - Neto	n d	-11.1%	-12.5%	-14.3%	-16.7%	55.6%
Otros Activos						
Otros Activos	n d	n.d.	n d	n d	n d	n d
TOTAL ACTIVO	n d	62.7%	39.8%	28.7%	23.3%	361.0%
PASIVO						
Pasivo Corto Plazo						
ISR	n d	222.5%	69.0%	40.2%	29.1%	986.9%
Otros Pasivos						
Pasivo a Largo Plazo	n d	n d	n d	n.d.	n d	n.d
TOTAL PASIVO	n d	222.5%	69.0%	40.2%	29.1%	986.9%
CAPITAL	n.d	3.3%	5.8%	7.5%	9.3%	128.4%
TOTAL ACTIVO + CAPITAL	n d	62.7%	39.8%	28.7%	23.3%	361.0%

Tabla B.9: Variación anual del estado de la situación financiera proforma

	1	2	3	4	5	Total
Flujo neto de efectivo proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Utilidad Neta	(114 226 26)	996 814 17	1 797 751 01	2 437 356 76	3 251 173 61	14 944 409 45
(+) Depreciación	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	15 000 000 00
(-) Increm. Activo corto plazo	(7 963 465 71)	(16 874 046 99)	(16 773 385 20)	(16 450 820 10)	(16 773 385 20)	(74 835 103 20)
(+) Increm. Pasivo corto plazo	11 106 391 20	24 715 870 26	24 731 004 49	24 333 584 21	24 724 104 49	109 610 954 65
(-) Increm. Activo fijo al costo	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto	6,028,699.23	11,838,637.44	12,755,370.31	13,320,120.88	14,201,892.90	64,720,260.90

Tabla B.10: Flujo neto de efectivo proforma

Como Porcentaje de las Ventas Brutas

	1	2	3	4	5	Total
Flujo neto de efectivo proforma USD ctes.	%	%	%	%	%	%
Utilidad Neta	-0.3%	0.8%	0.9%	0.8%	0.9%	1.4%
(+) Depreciación	7.5%	2.4%	1.4%	1.0%	0.8%	1.4%
(-) Increm. Activo corto plazo	-20.0%	-13.6%	-8.1%	-5.7%	-4.5%	-7.2%
(+) Increm. Pasivo corto plazo	27.9%	19.9%	11.9%	8.4%	6.6%	10.6%
(-) Increm. Activo fijo al costo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Flujo Neto	15.1%	9.5%	6.1%	4.6%	3.8%	6.2%

Tabla 11: Flujo neto de efectivo proforma como porcentaje de las ventas brutas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B.7 Estadísticas del proyecto

Expresadas como métricas, las estadísticas representan un fenómeno particular del sistema, que generalmente puede ser comparado con el mismo fenómeno pero evaluado en otro tiempo. Además, puede ser comparado con el mismo fenómeno pero de otros sistemas. Las estadísticas del proyecto permiten llevar a cabo el proceso de referenciación con el mismo sistema o con otro sistema similar

	1	2	3	4	5
Asientos Kilómetro Disponibles (millones)	556.9	1.686.3	2.825.1	3.942.0	5.080.8
Pasajeros Kilómetro volados (millones)	362.0	1.096.1	1.836.3	2.562.3	3.302.5
Factor de Ocupación (porcentaje)	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, dólares)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, pesos)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Ventas por asiento/kilómetro (dólares)	0.0715	0.0736	0.0736	0.0736	0.0736
Costo total por asiento/kilómetro (dólares)	0.0169	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
Gasto total por asiento/kilómetro (dólares) ¹	0.0496	0.0540	0.0546	0.0550	0.0551
Combustible por asiento/kilómetro (dólares)	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
Arrendamiento de equipo/kilómetro (dólares)	0.0211	0.0209	0.0208	0.0209	0.0208
Nómina administración/kilómetro (dólares)	0.0143	0.0147	0.0147	0.0147	0.0147
Depreciación/kilómetro (dólares)	0.0054	0.0018	0.0011	0.0008	0.0006
Número de pasajeros promedio (miles)	302	913	1,530	2,135	2,752
Número de aviones en el año	7	21	35	49	63
Punto de equilibrio (Pas. Km. millones)	370	1,031	1,720	2,404	3,092

1 No incluye Depreciación

ESTRUCTURA DE COSTOS Y GASTOS

	1	2	3	4	5
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	9.3%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%
Sueldos sobrecargos	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%
Total Costos Fijos	10.4%	10.2%	10.2%	10.2%	10.2%
Costo Variable					
Combustible	13.1%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%
Total Costo	23.5%	23.1%	23.2%	23.1%	23.2%
Gasto Fijo					
Arrendamiento de equipo	29.4%	28.8%	28.7%	28.8%	28.7%
Nómina administración	19.9%	20.3%	20.3%	20.3%	20.3%
Total Gasto Fijo	49.3%	49.1%	49.0%	49.1%	49.0%
Gasto Variable²	27.2%	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%
Total Gasto	76.5%	76.9%	76.8%	76.9%	76.8%
Total Costo y Gasto	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

2 Incluye Depreciación

Tabla B 12: Estadísticas básicas de operación y estructura de costos y gastos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B.8 Análisis de sensibilidad y variables críticas

Como se comentó en la sección 2.5 es indiscutible la necesidad de distinguir a las variables críticas que conforman al sistema que representa al proyecto. En este ejemplo, se puede observar en la siguiente tabla que existen once variables que al variar en una unidad porcentual, modifican al VPN en más de un punto porcentual; por lo tanto se consideran críticas. Esto quiere decir por ejemplo, que si la empresa decide incrementar el yield de \$ 0.11 a \$0.1111 el impacto en el VPN será del 23.14%; pero si decide disminuir la misma variable a \$ 0.1089 el VPN se verá disminuido en 23.14%. Por este motivo la importancia de descubrir a estas variables en el sistema es fundamental.

Es importante señalar que también se puede llevar a cabo este análisis tomando como variable de impacto a la utilidad de operación, la utilidad neta, la TIR, o cualquier otra variable que el análisis requiera.

Sensibilidad sobre el VPN

(USD constantes)

	VPN BASE	VPN Var. 1%	Variación	
	\$	\$	%	
1 Yield	7,257,594.00	8,937,251.75	23.14%	Mayor variación positiva ↑ Menor variación positiva ↓ Menor variación negativa ↑ ↓ Mayor variación negativa
2 Distancia promedio diaria	7,257,594.00	8,937,251.74	23.14%	
3 Factor de Ocupación	7,257,594.00	8,937,251.74	23.14%	
4 Utilización Diaria equipo	7,257,594.00	7,975,079.69	9.89%	
5 Frecuencias promedio diarias	7,257,594.00	7,737,022.32	6.61%	
6 Horas permitidas tripulación	7,257,594.00	7,449,675.03	2.64%	
7 % carga sobre ventas	7,257,594.00	7,303,619.17	0.63%	
8 Horas permitidas sobrecargos	7,257,594.00	7,288,684.27	0.43%	
9 % otros ventas	7,257,594.00	7,272,935.72	0.21%	
10 % reservas sobrecargos	7,257,594.00	7,245,562.28	-0.17%	
11 Sueldo sobrecargos	7,257,594.00	7,228,018.61	-0.41%	
12 % reservas tripulación	7,257,594.00	7,211,582.53	-0.63%	
13 Sueldo 1° Oficial	7,257,594.00	7,167,106.28	-1.25%	
14 Sueldo Capitán	7,257,594.00	7,102,812.37	-2.13%	
15 Combustible costo galón	7,257,594.00	6,908,183.69	-4.81%	
16 Costo arrendamiento equipo	7,257,594.00	6,482,028.67	-10.69%	
17 Tiempo promedio de vuelo	7,257,594.00	6,057,356.01	-16.54%	

Tabla B.13: Sensibilidad sobre el VPN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B.9 Evaluación del proyecto con métodos tradicionales

A continuación se presentan los resultados de la evaluación del proyecto que se tomó como ejemplo, bajo las metodologías que fueron descritas en la sección 3.4 de este trabajo^d.

MODELO	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
Tasa de rendimiento promedio	11.16%	(1)
Periodo de recuperación promedio ^e	Después del 2° año	(2)
Periodo de recuperación en tiempo equivalente (15%) ^f	Antes del 2° año 1.55 años (1 año, 6 meses, 18 días)	(3)
Valor presente neto (15%)	7.26 millones de dólares	(4)
Tasa interna de rendimiento	23.62%	(5)
Índice costo – beneficio	24.19%	(6)

Tabla B.14: Resultados de la evaluación del proyecto con los métodos tradicionales

(1) Indica que el inversionista recibirá en promedio una ganancia del 11.16% anual, sin considerar la reinversión de su capital. Se puede describir de la siguiente manera: Por exponer al inicio del proyecto 30 millones de dólares, se obtendrá en promedio durante cinco años un rendimiento anual de al menos el 11.16%, el cual está por arriba de la tasa promedio *prime*^g, que se propone como referencia. Sin embargo, no existe ninguna evidencia que asegure este rendimiento durante los próximos cinco años.

^d Para simplificar los comentarios, se supone que sólo existe un agente económico o inversionista que expone su capital en este proyecto, y se compara con inversiones en dólares

^e No considera el valor del dinero en el tiempo

^f Considera el valor del dinero en el tiempo

^g La tasa *prime* promedio para el año 2001 fue de 6.913% y su desviación de 1.3%. El límite superior de un intervalo de confianza del 95% corresponde a una tasa del 9.4611% [39].

(2) Expresa que el inversionista que expone un capital de 30 millones de dólares podrá recuperarlos a través de la generación de los flujos de efectivo, después de transcurridos los dos primeros años, sin considerar el valor del dinero en el tiempo. Sin embargo, no existe ninguna evidencia que asegure la recuperación del capital en dicho periodo

(3) Indica una equivalencia entre las obligaciones y los derechos del inversionista evaluados en el tiempo. Si el inversionista tiene la "obligación de aportar 30 millones de dólares al inicio del proyecto, entonces tendrá el "derecho" de recuperarlos en un año y seis meses; tomando en cuenta que los intereses generados por los flujos de efectivo se capitalizan al 15% anual.

(4) Dice que un inversionista que aporta 30 millones de dólares al inicio del proyecto recibirá una utilidad neta, evaluada también al inicio del proyecto, de más de 7 millones de dólares, si el inversionista hubiera elegido invertir su capital a una tasa del 15% anual con la capitalización de los intereses.

(5) La tasa interna de rendimiento es un índice que expresa el límite superior que puede tomar la tasa de rendimiento para que los beneficios del proyecto sean positivos. En este caso, si el inversionista acepta participar en un proyecto que reditará un beneficio evaluado el 15%, seguramente se sentirá cómodo al saber que cuenta con un margen de $23.6 - 15 = 8.6$ puntos porcentuales para que su inversión continúe siendo positiva, en caso de que las tasas de interés crecieran.

(6) Representa la magnitud del beneficio que se expresa en el punto (4). En otras palabras, si el inversionista expone 30 millones de dólares, obtendrá un beneficio neto del 24.19%, también al inicio del proyecto.

B.10 Variables pivote y escenarios

Como se mencionó en el capítulo 4, la metodología para generar escenarios alternativos al modelo financiero base es compleja. Más aún cuando hay que asignar valores a las variables y parámetros del sistema. Este trabajo supone los valores que podrían asumir las variables y los parámetros de los escenarios alternativos en función a las características que los definen, pero no los justifica, ya que no son el propósito fundamental de esta tesis^h

En la siguiente gráfica se puede apreciar cuáles factores y cómo afectan estos a las variables críticas del sistema. Se puede observar que se han identificado factores que no impactan de manera directa al sistema, como es el caso del factor laboral, el factor ecológico, el factor político, el factor reglamentario y el factor relacionado con la informática

^h El valor numérico de las variables y parámetros podrá ser modificado a través del tablero de mando

Sin embargo, existen otros factores que sí trastocan al sistema a través de las variables críticas, como es el caso del factor económico, el factor territorial y los factores específicos. En estos casos, estos factores incidirán directamente en las variables críticas que determinan los resultados económicos del proyecto.

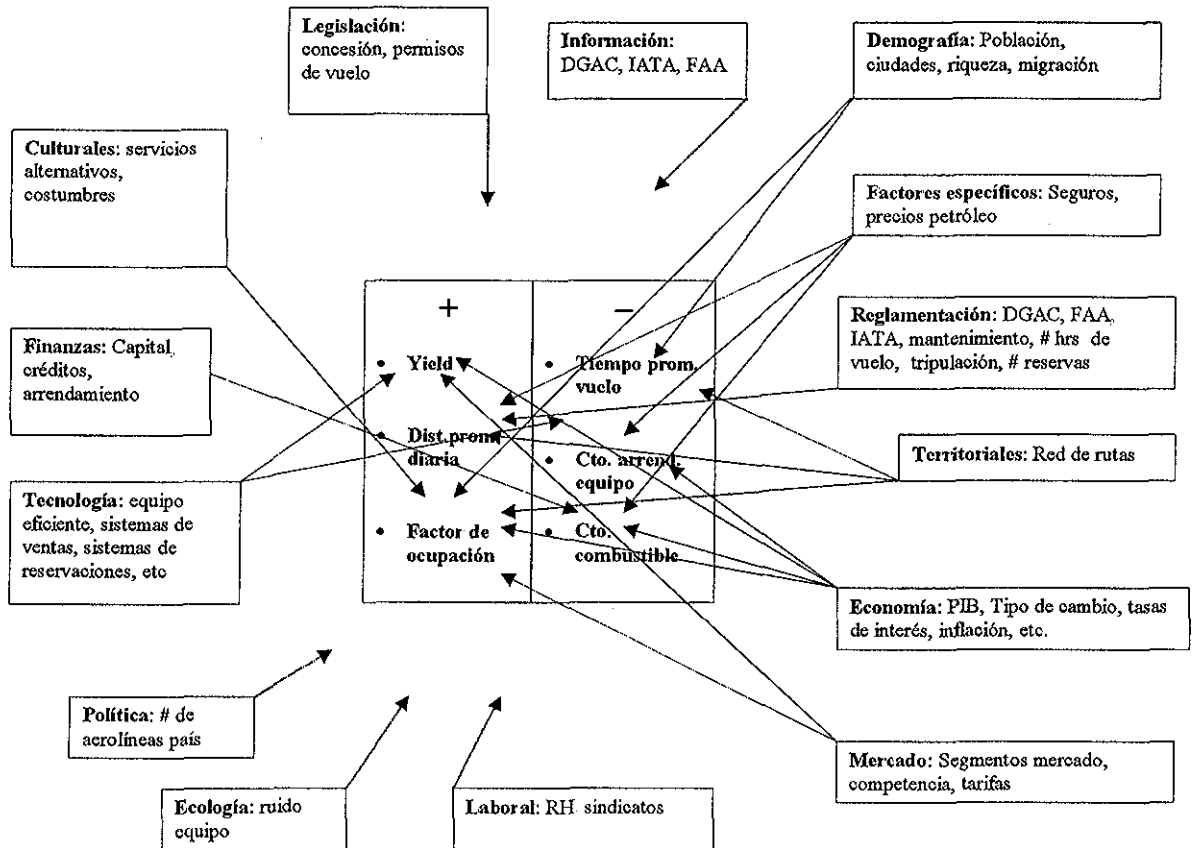


Figura B.3: Factores que inciden en el sistema

A continuación se presentan los valores que se asignan a las variables críticas de los tres escenarios, así como el VPN que resulta de la evaluación de cada uno de ellos.

ESCENARIO + NEGATIVO	ESCENARIO BASE	ESCENARIO + POSITIVO
Inestabilidad: Crecimiento lento, desempleo y riesgo de contagios	Crecimiento lento y control de la inflación	Estabilidad: Crecimiento acelerado y recuperación del empleo
<ul style="list-style-type: none"> • USA crece a ritmo lento • La economía en México se estanca • Volatilidad en el Tipo de Cambio, se deprecia más con relación al dólar • Suben las tasas de interés • Poco acceso al crédito • Inflación controlada • Sistema político inestable • Contagio de la crisis sudamericana • Crece el desempleo • Combate al terrorismo • Guerra en medio oriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Desaceleración económica mundial • Recuperación económica lenta en USA • Crecimiento casi cero en México • Volatilidad en Tipo de Cambio (depreciación vs el dólar) • Tasas de interés volátiles pero controladas • Inflación controlada y a la baja (1 dígito) • Poco acceso al crédito • Sistema político inestable • Crisis económica en Argentina • Desempleo • Combate al terrorismo • Guerra en medio oriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento más acelerado de la economía en USA • Aceleramiento de la economía en México • Tipo de cambio estable • Tasas de interés accesibles al crédito • Continúa control de la inflación • Se abre el crédito • Sistema político en México estable y consensos • Crece el empleo • Se reduce el terrorismo • Disminuye conflicto en medio oriente

VARIABLES CRÍTICAS PIVOTE					
YIELD =	\$ 0.08	YIELD =	\$ 0.11	YIELD =	\$ 0.12
DPD ⁱ =	1,200 Kms	DPD ⁱ =	1,200 Kms	DPD ⁱ =	1,200 Kms
FO ^j =	55%	FO ^j =	65%	FO ^j =	65%
TPV ^k =		TPV ^k =		TPV ^k =	
Arrendamiento	\$ 145,000	Arrendamiento	\$ 140,000	Arrendamiento	\$ 140,000
Combustible	\$ 0.9	Combustible	\$ 0.75	Combustible	\$ 0.75
VALOR PRESENTE NETO					
	(\$19'136,747)		\$ 7'257,594		\$ 33'523,987

Tabla B.15: Definición de las características de los escenarios y valores de las variables pivote

ⁱ Distancia promedio diaria.

^j Factor de ocupación de cabina.

^k Tiempo promedio de vuelo.

B.11 Evaluación del riesgo del proyecto

Evaluar el riesgo de un proyecto de inversión bajo la metodología que propone este trabajo, equivale a establecer un criterio que conjunta a todos los imponderables que pueden ocurrir en el horizonte de tiempo del proyecto, para que el inversionista advierta de manera objetiva y precisa el impacto de la variabilidad del medio ambiente en los resultados económicos del proyecto, como se puede apreciar en los flujos de efectivo de la siguiente tabla:

Año (t)	Escenario + Negativo	Escenario Base	Escenario +Positivo
0	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
1	3,652,108.37	6,028,699.23	6,886,145.86
2	5,741,480.14	11,838,637.44	14,722,677.14
3	1,969,484.17	12,755,370.31	22,025,537.68
4	2,561,088.49	13,320,120.88	27,449,918.72
5	1,180,354.26	14,201,892.90	32,637,984.79
VPN	-19,136,746.60	7,257,594.00	33,523,987.40
TIR	-22.66%	23.62%	45.45%
Criterio:	Se rechaza	Se acepta	Se acepta

Tabla B 16: Evaluación económica de los escenarios del proyecto

El cuadro anterior resume el comportamiento del proyecto bajo tres diferentes entornos. En el entorno en que se evalúa en proyecto, el inversionista puede percibir un beneficio económico atractivo. En cambio, si el medio ambiente se degrada en el sentido económico, los resultados monetarios del proyecto se tornan negativos. Si las condiciones para el futuro son mejores a las actuales, entonces se espera un beneficio económico superior

En la mayoría de los casos, y sobre todo en proyectos que involucran a importantes cantidades de dinero como inversión, el agente económico que aportará su capital estará interesado en conocer cuál sería la probabilidad de que su beneficio neto, en este caso el valor presente neto (*VPN*), fuera mayor a un cierto monto. Por ejemplo, un inversionista que está dispuesto a exponer 30 millones de dólares quisiera saber cuál es la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a cero, es decir, la probabilidad de que las obligaciones del inversionista sean igual a los derechos del mismo.

Para contestar la pregunta anterior y suponiendo que se utilizará la metodología propuesta en el capítulo anterior de este trabajo, es indispensable estimar el valor esperado del beneficio económico $\{ E(VPN) \}$ y determinar su dispersión con respecto a dicho valor $\{ Var(VPN) \}$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Año # t	C	E(FE(t))	E(VPN)	C	σ	Var(VPN)	Des Estd
0	-1.000000	30,000,000.00	30,000,000.00	1.000000	0.00E+00	0.00E+00	
1	0.869565	6,522,317.82	4,802,015.49	0.756144	4.68E+11	3.54E+11	
2	0.756144	10,767,598.24	8,141,851.22	0.571753	3.50E+12	2.00E+12	
3	0.657516	12,250,130.72	8,054,659.80	0.492328	1.68E+13	7.26E+12	
4	0.571753	14,443,709.36	8,258,237.71	0.326902	2.60E+13	8.49E+12	
5	0.497177	16,006,743.98	7,958,180.72	0.247185	4.16E+13	1.03E+13	
			7,214,944.93			2.84E+13	5,329,060.44

Tabla B.17: Estimación del valor esperado y desviación estándar del VPN

La tabla anterior muestra que el rendimiento que se espera obtener $\{ E(VPN) \}$, tomando en consideración los efectos positivos y negativos del medio ambiente, es de 7.2 millones de dólares¹. Sin embargo, hay de advertir que este monto puede variar^m de forma positiva o negativa en 5.3 millones de dólares con respecto a los 7.2 millones, justamente por las variaciones de los elementos que conforman al medio ambiente.

Con la información anterior, un inversionista podría suponer que si espera obtener un VPN de 7.2 millones de dólares y la dispersión es de 5.3 millones de dólares, entonces la pérdida máxima a la que estaría expuesto sería de $7.2 - 5.3 = 1.9$ millones de dólares. Por el contrario, la máxima ganancia sería de $7.2 + 5.3 = 12.5$ millones de dólares.

Tomar una decisión con el criterio que se describe en el párrafo anterior sería equivocado, ya que el inversionista no ha tomado en consideración la probabilidad de que dichos eventos puedan ocurrir.

Por lo anterior, es indispensable explicar al inversionista que el VPN puede asumir diferentes valores de acuerdo a una probabilidad dada, ya que esta variable se comporta de acuerdo a un modelo estadístico específico. Sin embargo, hay que estar conscientes de que el término "modelo estadístico" no es en muchos casos comprensibles para las personas que no están familiarizadas con la terminología y metodología formal.

Para evadir el problema anterior, basta con proponer al inversionista que advierta que el VPN puede variar en función a los cambios de ciertos factores del medio ambiente, pero que es posible medir esas variaciones y proponerlas en la siguiente expresión:

$$P\{VPN > X\}$$

en donde X representa cualquier monto en el intervalo $\{-\infty < a \leq X \leq b < \infty\}$. Esto quiere decir que X puede ser: 0, -1.7, 4.3, etc., millones de dólares.

¹ A partir de este momento, las cifras serán expresadas en millones de dólares.

^m Se supone en este caso que la variación es estándar, esto es, la desviación estándar es igual a la raíz cuadrada de la varianza.

Para continuar con la evaluación, es indispensable definir si los flujos de efectivo $FE(t)$ son dependientes o independientes con relación al periodo t . Para tal efecto, se llevará a cabo la prueba estadística de Ljung-Box [25], suponiendo que la serie de tiempo que representa a los flujos de efectivo son los valores esperados de los mismos, esto es $E\{FE(t)\}$, ya que estos representan el promedio de los flujos para un periodo t en los tres escenarios definidos.

De acuerdo a la prueba de Ljung-Box, se establece la hipótesis H_0 la cual postula que la función de autocorrelación es igual a cero, por lo que los flujos de efectivo son independientes.

Included observations: 6

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*	*	1	-0.070	-0.070	0.0464	0.829
**	**	2	-0.268	-0.274	0.9066	0.636
**	***	3	-0.264	-0.333	2.0229	0.568
*	**	4	-0.109	-0.319	2.3087	0.679

Tabla B 18: Correlograma de los flujos de efectivo

De acuerdo con el correlograma anterior, el estadístico Q^n es siempre menor a 9.4873, que es el valor de la χ^2 con 4 grados de libertad y un nivel de confianza del 95%. Por lo que se acepta la hipótesis H_0 y se asume los flujos de efectivo son independientes en función del tiempo

Una vez que se ha probado la independencia de los flujos de efectivo $FE(t)$, es válido considerar que el VPN tiene una distribución aproximada a la distribución normal^o, por lo que si el inversionista desea conocer cuál es la probabilidad de que el valor presente neto sea igual a cero, podría ser estimado como sigue:

$$P\{VPN > 0\} = P\left\{z > \frac{0 - 7.214}{5.329}\right\} = P\{z > -1.353887\} = 91.21\%$$

en donde $z \sim N(0,1)$ y está tabulada en tablas.

Para que el inversionista entienda la expresión anterior, bastaría con indicarle que el VPN sería mayor a cero en 91 casos si el proceso de evaluación se llevara a cabo cien veces. En otras palabras, la probabilidad de que el valor presente neto sea mayor a cero es igual al 91%. Pero también hay de advertir

ⁿ Ver definición del estadístico Q en el capítulo 5.

^o Ver detalles en el capítulo 5

que existe aproximadamente un 9% de que esta condición no se cumpla. Como se aprecia, la certeza de que ocurra el evento no existe.

También es posible que el inversionista quiera establecer la probabilidad de que el *VPN* asuma un valor en específico, por ejemplo el 10% de su inversión, esto es $X = 3$ millones de dólares, entonces

$$P\{VPN > 3\} = P\left\{z > \frac{3 - 7.214}{5.329}\right\} = P\{z > -0.790936\} = 78.55\%$$

Por otro lado, la metodología propuesta puede aplicarse desde otro punto de vista, como sería el caso de establecer un criterio de decisión para determinar si es conveniente invertir en el proyecto. Por ejemplo, el inversionista está dispuesto a exponer su capital, siempre y cuando la probabilidad de que el valor presente neto > 0 , sea del 95%. En el ejemplo que nos ocupa, el inversionista rechazará la alternativa de participar en el proyecto, ya que como se observó, la probabilidad de que el *VPN* > 0 es igual al 91% que es menor al 95%.

Ahora bien, como se planteó en el capítulo anterior, es posible establecer el intervalo de confianza del *VPN* con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$, el cual resulta estar definido como: $(-3.2, 17.6)$ y el ancho del intervalo es de 20.9 millones de dólares. Este intervalo de confianza se interpreta como sigue: La probabilidad de que el *VPN* sea mayor a -3.2 millones de dólares es igual 97.5%, y la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a 17.6 millones de dólares es igual al 2.5%.

Ahora bien, si el ancho del intervalo es de 20.9 millones de dólares, quiere decir que la longitud del intervalo entre el *VPN* esperado y el *VPN* mínimo esperado es de **10.4 millones de dólares**, lo que indica que esta cifra representa la máxima pérdida posible - **valor en riesgo del proyecto (VRP)** - que se puede esperar con una **confianza del 95%** para el proyecto en cuestión.

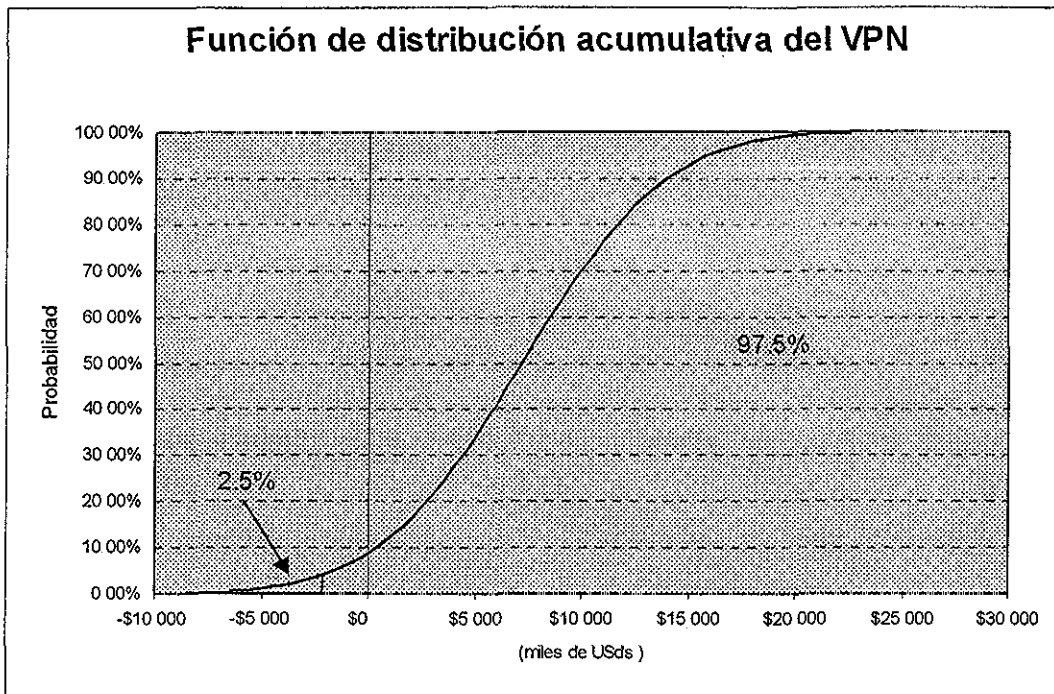


Figura B 4: Función de distribución acumulativa del VPN

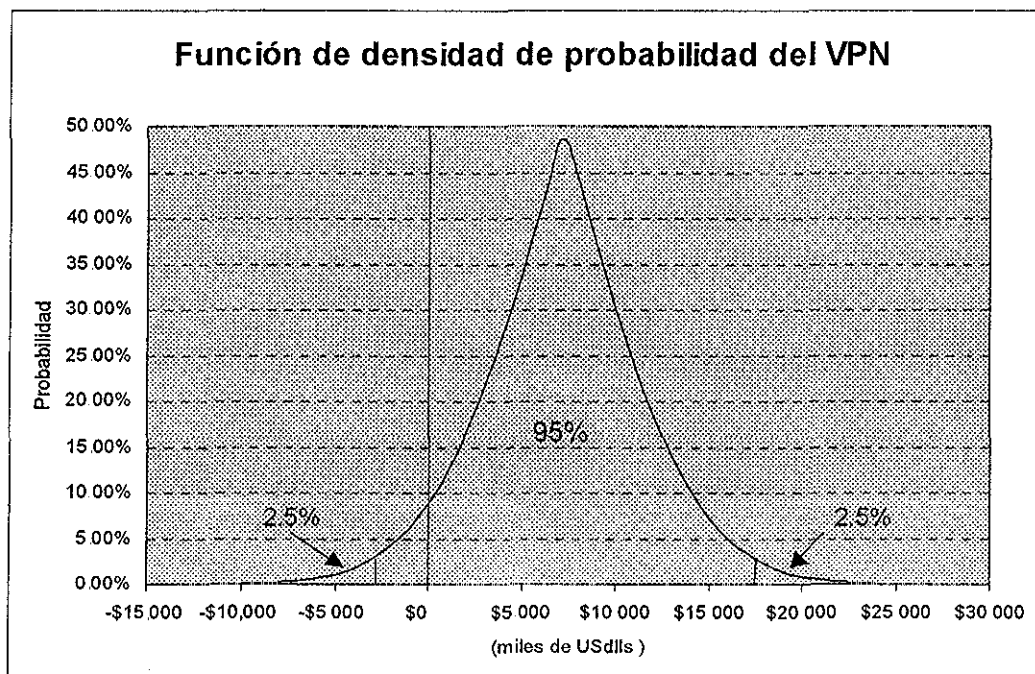


Figura B 5: Función de densidad de probabilidad del VPN

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Para el modelo de evaluación que está propuesto en este trabajo no es posible establecer un criterio específico para que el inversionista decida si debe participar en el proyecto. Es obvio, que en cuanto menor sea el valor en riesgo del proyecto, motivará a los inversionistas a exponer su capital en el mismo. Sin embargo, todos los inversionistas tienen diferente nivel de aversión al riesgo, por lo que sería aventurado proponer una métrica o parámetro para definir el criterio de decisión de este modelo de evaluación.

Dos métricas que pueden ayudar al inversionista para interpretar los resultados de este método de evaluación serían los siguientes:

- i) Coeficiente de variación del proyecto (*CVRP*): Expresa la magnitud de la diferencia entre el valor en riesgo del proyecto y el valor presente neto esperado. En este ejemplo, el *CVRP* = 145%, lo que indica que se puede perder más (45%), de lo que se espera ganar.
- ii) Coeficiente del *VRP*: Expresa la magnitud del valor en riesgo del proyecto en función de la inversión. Para este ejemplo, este coeficiente es del 35%. Lo anterior indica que es posible perder un 35% adicional a la inversión que aplicó al proyecto.

Para resumir,

- i. Si la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a cero, es menor al 95%,
- ii. Si se espera perder más de lo que se espera ganar, y
- iii. Si es posible perder el 35% adicional al capital expuesto

se puede presumir que el inversionista rechazará la opción a participar en este proyecto.

Como se comentó desde un inicio de este trabajo, el método propuesto para evaluar el riesgo del proyecto de inversión, es sólo una herramienta más para la toma de decisiones. En este ejemplo, el inversionista tendrá que tomar la decisión de exponer su capital en este proyecto, el cual el promete, de acuerdo a los métodos tradicionales de evaluación, una recuperación del capital en menos de dos años, un valor presente neto de poco más de siete millones de dólares (evaluados con una tasa de rendimiento del 15%) y una tasa interna de rendimiento del 23.62%. Sin embargo, ahora cuenta con información adicional sobre el proyecto. Esta nueva información le indica que la probabilidad de que el *VPN* sea mayor a cero, es igual al 91%, con un nivel de confianza del 95%. También le revela que la pérdida máxima que puede ocurrir en el proyecto es de poco más de diez millones de dólares. En conclusión, **el inversionista tomará la decisión en función a sus expectativas de rendimiento y su nivel de aversión al riesgo.**

ANEXO C

ESCENARIO: Crecimiento económico acelerado y alto consumo (+ positivo)

Modelo financiero base: escenario +positivo
(USD constantes)

Datos Financieros	\$	\$	\$	\$	\$
Estado de Resultados					
Ventas					
Pasajeros	43 437 085,68	131 531 400,00	237 308 400,00	331 128 000,00	426 787 200,00
Carga	0	3,945 942,00	7 119 252,00	9 933,840,00	12 803 616,00
Otros	0	0	0	0	0
Total ventas	43 437 085,68	135 477 342,00	244 427 652,00	341 061 840,00	439 590 816,00
var		211.9%	80.4%	39.5%	28.9%
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	3 708 000,00	11 124 000,00	18 694 500,00	25 956 000,00	33 526 500,00
Sueldos sobrecargos	460,000,00	1,334,000,00	2,254,000,00	3,128,000,00	4,025,000,00
Total costo fijo	4 168 000,00	12 458 000,00	20 948 500,00	29 084 000,00	37 551 500,00
Costos Variables					
Combustible	5 238 206,25	15 861 759,38	26 573 596,88	37 079 437,50	47 791 275,00
Total costo variable	5 238 206,25	15 861 759,38	26 573 596,88	37 079 437,50	47 791 275,00
Total costos	9 406 206,25	28 319 759,38	47 522 096,88	66,163 437,50	85 342 775,00
Utilidad Bruta	34 030 879,43	107 157 582,63	196 905 555,13	274 898,402,50	354 248 041,00
margen bruto	78.3%	79.1%	80.6%	80.6%	80.6%
Gasto Fijo					
Arrendamiento equipo	11 760 000,00	35 280 000,00	58 800 000,00	82 320 000,00	105 840 000,00
Sueldos y salarios	8 687 417,14	27 095 468,40	48 885 530,40	68 212 368,00	87 918 163,20
Total gasto fijo	20 447 417,14	62 375 468,40	107 685 530,40	150 532 368,00	193 758 163,20
Gasto Variable					
Cuotas aterrizajes	-	-	-	-	-
Mantenimiento equipo	-	-	-	-	-
Control de vuelo	-	-	-	-	-
Servicios tierra - rampa	-	-	-	-	-
Manejo de pasajeros	-	-	-	-	-
Catering	-	-	-	-	-
Ventas y reservaciones	-	-	-	-	-
Comisiones agencias	-	-	-	-	-
Publicidad	-	-	-	-	-
Administración	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
Depreciación y amort.	-	-	-	-	-
Total gasto variable	27% 11,881,780.42	37,058,472.13	66,860,739.93	93,294,055.71	120,245,671.81
Total gasto	32 329 197,55	99 433 940,53	174 546 270,33	243 826 423,71	314 003 835,01
UAIIDA	1 701 681,88	7 723 642,09	22 359 284,80	31 071 978,79	40 244 205,99
margen de operación	3.9%	5.7%	9.1%	9.1%	9.2%

Tabla C.1: Modelo financiero base escenario +positivo

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Métricas

		1	2	3	4	5
INGRESOS						
i	Utilización diaria equipos	8	8	8	8	8
i	Tiempo promedio vuelo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
	Utilización total prom Diaria		54.67	165.55	277.35	387.00
	Num aeronaves		7	21	35	49
p	# Asientos X aeronave	50	50	50	50	50
	# Asientos Disponibles		350	1 050	1 750	2 450
i	Utilización Sem Prom	7	7	7	7	7
i	Distancia Prom, Diaria (Kms)		1 200	1,200	1,200	1,200
	Delta Frecuencias P.D.			202.8%	67.5%	39.5%
i	Frecuencias Prom Diarias		25	77	129	180
i	Delta ASKs			202.8%	67.5%	39.5%
	ASKs anual		556 885 714	1 686 300 000	2 825 100 000	3 942 000 000
i	Delta FO		0.00%	0.00%	7.69%	0.00%
i	Factor de Ocupación	65%	65.0%	65.0%	70.0%	70.0%
	RPKs anual		361 975 714	1 096 095 000	1 977 570 000	2 759 400 000
						3 556 560 000
i	Delta Yield		0%	0%	0%	0%
i	Yield	\$ 0.1200	\$ 0.1200	\$ 0.1200	\$ 0.1200	\$ 0.1200
	Tarifa Promedio		\$ 144.00	\$ 144.00	\$ 144.00	\$ 144.00
	Pasajeros		\$ 301 646.4	\$ 913 412.5	\$ 1 647 975.0	\$ 2 299 500.0
						\$ 2 963 800.0
i	% Carga s/Ings. Tot.		0%	3%	3%	3%
i	% Otros ingresos		0%	0%	0%	0%
COSTOS						
Tripulación						
p	# horas permitidas	3	3	3	3	3
i	% reservas	30%	30%	30%	30%	30%
i	Sueldo Capitán	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500
i	Sueldo 1° Oficial	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000
	# tripulaciones		24	72	121	168
						217
Cabina						
p	# horas permitidas	4	4	4	4	4
i	% reservas	40%	40%	40%	40%	40%
	Sueldo	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000
	# sobrecargos		20	58	98	136
						175
Combustible						
	Total Horas voladas		19 955	60,426	101 233	141 255
i	Costo galón	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
i	Delta costo galón		0%	0%	0%	0%
p	# galones X hr Volada	350	350	350	350	350
						182 062
	Nómina (Administración y otros)					
	% s/Ingresos		20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
i	Cto Arrendam. Equipo	140 000	11 760,000	35,280,000	58,800,000	82 320,000
						\$ 105 840 000

Tabla C.2: Métricas modelo financiero base escenario +positivo

	1	2	3	4	5	Total
Estado de Resultados proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas Brutas						
Pasajeros	43 437 085.68	131 531 400.00	237 308 400.00	331 128 000.00	426 787 200.00	1 170 192 085.68
Carga	0	3 945 942.00	7 119 252.00	9 933 840.00	12 803 616.00	33 802 650.00
Otros	0	0	0	0	0	0
Total ventas brutas	43 437 085.68	135 477 342.00	244 427 652.00	341 061 840.00	439,590 816.00	1 203 994 735.68
Costos de Operación						
Comustible	5 238 206.25	15 861 759.38	26 573 596.88	37 079 437.50	47 791 275.00	132 544 275.00
Nómina	4 168 000.00	12 458 000.00	20 948 500.00	29 084 000.00	37 561 500.00	104 210 000.00
Total costo	9 406,206.25	28,319 759.38	47,522 096.88	66 163,437.50	85 342 775.00	236 754 275.00
Utilidad Bruta	34 030 879.43	107 157,582.63	196,905,555.13	274,898 402.50	354 248,041.00	967 240,460.68
Gastos de Administración	29 329 197.55	96 433 940.53	171 546,270.33	240,826 423.71	311 003 835.01	849 139 667.13
Util. Antes de I. D. y A.	4 701 681.88	10 723 642.09	25 359 284.80	34 071 978.79	43 244 205.99	118 100 793.55
Depreciación	3 000 000.00	3 000 000.00	3 000 000.00	3 000 000.00	3 000 000.00	15 000 000.00
Util. Antes de Imptos. e Ints.	1 701 681.88	7 723 642.09	22 359 284.80	31 071 978.79	40 244 205.99	103 100 793.55
Intereses	0	0	0	0	0	0
Util. Antes de Impuestos	1 701 681.88	7 723 642.09	22 359 284.80	31 071 978.79	40 244 205.99	103 100 793.55
Impuestos	748,740.03	3 398 402.52	9 838 085.31	13 671 670.67	17 707 450.64	45 364,349.16
Utilidad Neta	952,941.85	4,325,239.57	12 521 199.49	17,400,308.12	22 536,755.36	57,736,444.39

Tabla C.3: Estado de resultados proforma escenario +positivo

	1	2	3	4	5	Total
Edo. Situación financiera proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
ACTIVO						
Activo Corto Plazo						
Caja y Bancos	6 886 145.86	21 608 823.00	43 634 360.67	71 084 279.39	103,722 264.19	103 722 264.19
Cuentas por Cobrar	8 687 417.14	27 095 466.40	48 885 530.40	68,212 368.00	87 918 163.20	87 918 163.20
Total de Activo Corto Plazo	15 573,562.99	48 704 291.40	92,519 891.07	139 296 647.39	191 640 427.39	191 640 427.39
Activo Fijo						
Al costo	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00
Depreciación Acum.	3 000 000.00	6 000 000.00	9 000 000.00	12 000 000.00	15 000 000.00	15 000 000.00
Activo Fijo - Neto	27 000 000.00	24 000 000.00	21 000 000.00	18 000 000.00	15 000 000.00	15 000 000.00
Otros Activos						
Otros Activos	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVO	42,573,562.99	72,704,291.40	113,519,891.07	157,296,647.39	206,640,427.39	206,640,427.39
PASIVO						
Pasivo Corto Plazo						
Cuentas por pagar	11 620 621.14	37 426 109.97	65 720 510.16	92 096 958.36	118 903 983.00	118,903,983.00
Pasivo Largo Plazo						
Deuda	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO	11,620,621.14	37,426,109.97	65,720,510.16	92,096,958.36	118,903,983.00	118,903,983.00
CAPITAL	30,952 941.85	35 278 181.42	47 799 380.91	65 199 689.03	87 736,444.39	87 736 444.39
TOTAL PASIVO + CAPITAL	42,573,562.99	72,704,291.40	113,519,891.07	157,296,647.39	206,640,427.39	206,640,427.39

Tabla C.4: Estado de la situación financiera proforma escenario +positivo

	1	2	3	4	5	Total
Flujo neto de efectivo proforma USD ctas.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Utilidad Neta	952 941 85	4 325 239 57	12 521 199 49	17 400 308 12	22 536 755 36	103,100 793 55
(+) Depreciación	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	3,000 000 00	3 000 000 00	15 000 000 00
(-) Incred. Activo corto plazo	(8,687 417 14)	(18 408 051 26)	(21 790 062 00)	(19,326,837 60)	(19 705 795 20)	(87 918 163 20)
(+) Incred. Pasivo corto plazo	11 620 621 14	25 805 488 83	28 294,400 19	26 376 448 20	26 807 024 64	118 903 983 00
(-) Incred. Activo fijo al costo	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto	6,888,145.86	14,722,677.14	22,025,537.68	27,449,918.72	32,637,984.79	149,086,613.35

Tabla C.5: Flujo neto de efectivo proforma escenario +positivo

	1	2	3	4	5
Asientos Kilómetro Disponibles (millones)	556.9	1,696.3	2,825.1	3,942.0	5,080.8
Pasajeros Kilómetro volados (millones)	362.0	1,096.1	1,977.6	2,759.4	3,556.6
Factor de Ocupación (porcentaje)	65.0%	65.0%	70.0%	70.0%	70.0%
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, dólares)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, pesos)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Ventas por asiento/kilómetro (dólares)	0.0780	0.0803	0.0865	0.0865	0.0865
Costo total por asiento/kilómetro (dólares)	0.0169	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
Gasto total por asiento/kilómetro (dólares) ¹	0.0527	0.0572	0.0607	0.0611	0.0612
Combustible por asiento/kilómetro (dólares)	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
Arrendamiento de equipo/kilómetro (dólares)	0.0211	0.0209	0.0208	0.0209	0.0208
Nómina administración/kilómetro (dólares)	0.0156	0.0161	0.0173	0.0173	0.0173
Depreciación/kilómetro (dólares)	0.0054	0.0018	0.0011	0.0008	0.0006
Número de pasajeros promedio (miles)	302	913	1,648	2,300	2,964
Número de aviones en el año	7	21	35	49	63
Punto de equilibrio (Pas. Km. millones)	307	861	1,345	1,878	2,417

1 No incluye depreciación

ESTRUCTURA DE COSTOS Y GASTOS

	1	2	3	4	5
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	8.9%	8.7%	8.4%	8.4%	8.4%
Sueldos sobrecargos	1.1%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Total Costos Fijos	10.0%	9.8%	9.4%	9.4%	9.4%
Costo Variable					
Combustible	12.6%	12.4%	12.0%	12.0%	12.0%
Total Costo	22.5%	22.2%	21.4%	21.3%	21.4%
Gasto Fijo					
Arrendamiento de equipo	28.2%	27.6%	26.5%	26.6%	26.5%
Nómina administración	20.8%	21.2%	22.0%	22.0%	22.0%
Total Gasto Fijo	49.0%	48.8%	48.5%	48.6%	48.5%
Gasto Variable²	28.5%	29.0%	30.1%	30.1%	30.1%
Total Gasto	77.5%	77.8%	78.6%	78.7%	78.6%
Total Costo y Gasto	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

2 Incluye depreciación

Tabla C.6: Estadísticas escenario +positivo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Nombre	Expresión	Definición	Tipo	Unidades	Supuesto Parámetro/Variable
1 Ude	=	8 Utilización diaria equipos	Parámetro	numérica horas	Promedio Industria
2 Tpv	=	2 15 Tiempo promedio vuelo	Parámetro	numérica horas	A partir de un itinerario supuesto
3 Utpd	= Tpv * Fpd	Utilización total prom. Diaria	Fórmula	numérica horas	
4 Equipo	= entero(Utpd/Ude) + 1	Número de aeronaves	Fórmula	numérica	
5 Asientos	=	50 Número de asientos por aeronave	Variable	numérica	Equipo seleccionado
6 AsDispo	= Asientos * Equipo	# Asientos Disponibles	Fórmula	numérica	
7 Usp	=	7 Utilización semanal promedio	Variable	numérica	Se utiliza toda la semana
8 Dpd	=	1200 Distancia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
9 Var. Frec	= Fpd / Fpd ₁	Delta Frecuencias prom diarias	Fórmula	porcentaje	
10 Fpd	=	25 Frecuencia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
11 Var ASKs	= ASK ₁ / ASK ₁₋₁	Variación en ASKs	Fórmula	porcentaje	
12 ASKs	= As * Dpd * (Usp/7) * Fpd	Asientos totales volados	Fórmula	numérica	
13 Delta FO	= FO ₁ / FO ₁₋₁	Variación en factor de ocupación	Fórmula	porcentaje	
14 FO	= Factor de Ocupación	Porcentaje promedio de ocupación	Variable	porcentaje	Promedio óptimo de la Industria
15 RPKs	= ASKs * FO	Asientos ocupados volados	Fórmula	numérica	
16 Delta Yield	=	0% Incremento anual de rendimiento	Variable	porcentaje	Se mantiene constante el rendimiento en el horizonte
17 Yield	=	0.1200 Rendimiento por RPK	Parámetro	unidades monetarias	Promedio industria en 2001 de aerolíneas américa
18 Tarifa prom	= Yield * RPK / (Asientos * F)	Tarifa promedio por ciudades	Fórmula	unidades monetarias	
19 Pasajeros	= Asientos * Fpd * 365 * FO	Pasajeros transportados	Fórmula	unidades	
20 %Carga	=	0% % Carga ventass s/Vtas. pax	Variable	porcentaje	0 el primer año y 3% los años subsiguientes
21 %Otros	=	0% % Otros ventass s/Vtas pax.	Variable	porcentaje	0 durante el horizonte de tiempo
22 Ventas					
23 Pasajeros	= Yield * RPKs	Ventas por pasajeros	Fórmula	unidades monetarias	
24 Carga	= Pasajeros * %Carga	Ventas por carga	Fórmula	unidades monetarias	
25 Otros	= Pasajeros * %Otros	Ventas otros conceptos	Fórmula	unidades monetarias	
26 # horas permitida	=	3.00 Horas permitidas diarias tripulación	Parámetro	numérica horas	Promedio diario Industria, óptimo de seguridad
27 % reservas	=	30 0% Total de tripulación requerida como	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencias
28 Sueldo Capitán	=	97 500 00 Sueldo anual en dólares Capitán	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
29 Sueldo 1° Oficial	=	57 000.00 Sueldo anual en dólares 1° Oficial	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU
30 # tripulaciones	= (Utpd/# Horas perm) * Total de tripulación requerida		Fórmula	numérico	
31 # horas permitida	=	4.00 Horas permitidas diarias tripulación	Parámetro	numérica horas	Promedio diario industria, óptimo de seguridad
32 % reservas	=	40 0% Total de tripulación requerida como	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencias
33 Sueldo	=	23,000.00 Sueldo anual en dólares Sobrecarg	Variable	unidades monetarias	Promedio Industria en EE.UU
34 # sobrecargos	= (Utpd/# Horas perm) * Total sobrecargos requerida		Fórmula	numérico	
35 Total Horas volad	= Utpd * 365	Horas voladas anuales	Fórmula	numérica horas	
36 Costo galón	=	0.75 Costo por galón de combustible (tur	Parámetro	unidades monetarias	Promedio industria en EE.UU.
37 Delta costo galón	=	0% Porcentaje de incremento del costo	Variable	porcentaje	Se mantiene constante en el horizonte de tiempo
38 # galones X hr V	=	350 Consumo de combustible	Parámetro	numérico	Especificaciones técnicas de equipo utilizado
39 Nómina administr	= Total Ventas * % sven	Sueldos y salarios de administración	Fórmula	unidades monetarias	
40 % sventas	=	20% Porcentaje de ventas para nómina	Variable	porcentaje	Máximo permitido
41 Cto Arrendam	=	140 000 00 Renta mensual equipo de vuelo	Parámetro	unidades monetarias	Promedio sobre tipo de equipo utilizado
42 Sueldos tripulació	= # tripulaciones * (Sueld Sueldo tripulación anual		Fórmula	unidades monetarias	
43 Sueldos sobrecar	= # sobrecargos * Sueld Sueldo sobrecargos anual		Fórmula	unidades monetarias	
44 Combustible	= Total Horas voladas * Gasto total anual turbosina		Fórmula	unidades monetarias	
45 Arrendamiento e	= Num. Aeronaves * Cto Gasto total anual arrendamiento eq		Fórmula	unidades monetarias	
46 Sueldos y salario	= % sventas * Ventas to Total nómina administración		Fórmula	unidades monetarias	
47 Total gasto variab	=	27 35% Total gasto variable anual: Cuotas aterrizajes Mantenimiento equipo Control de vuelo Servicios tierra - rampa Manejo de pasajeros Catering (alimentos y bebidas a bordo) Ventas y reservaciones Comisiones agencias Publicidad Administración Otros	Variable	porcentaje	Máximo permitido

Tabla C.7: Nota técnica escenario + positivo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO D

ESCENARIO: Desaceleración económica y volatilidad en el tipo de cambio (+ negativo)

Modelo financiero base: escenario +negativo

(USD constantes)

Datos Financieros	1	2	3	4	5
Estado de Resultados	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas					
Pasajeros	30 628 714.20	101 178 000.00	169 506 000.00	256 230 000.00	330 252 000.00
Carga	0	3 035 340.00	5 085 180.00	7 686 900.00	9 907 560.00
Otros	0	0	0	0	0
Total ventas	30,628,714.20	104,213,340.00	174,591,180.00	263,916,900.00	340,159,560.00
var		240.2%	67.5%	51.2%	28.9%
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	3 708 000.00	11 124 000.00	18 694 500.00	25 956 000.00	33 526 500.00
Sueldos sobrecargos	460 000.00	1 334 000.00	2 254 000.00	3 128 000.00	4 025 000.00
Total costo fijo	4 168 000.00	12 458 000.00	20 948 500.00	29 084 000.00	37 551 500.00
Costos Variables					
Combustible	5 587 420.00	16 919 210.00	28 345 170.00	39 551 400.00	50 977 360.00
Total costo variable	5 587 420.00	16 919 210.00	28 345 170.00	39 551 400.00	50 977 360.00
Total costos	9 755 420.00	29 377 210.00	49 293 670.00	68 635 400.00	88 528 860.00
Utilidad Bruta	20 873 294.20	74 836 130.00	125 297 510.00	195 281 500.00	251 630 700.00
margen bruto	68.1%	71.8%	71.8%	74.0%	74.0%
Gasto Fijo					
Arrendamiento equipo	12 180 000.00	36 540 000.00	60 900 000.00	85 260 000.00	109 620 000.00
Sueldos y salarios	6 125 742.84	20 842 668.00	34 918 236.00	52 783 380.00	68 031 912.00
Total gasto fijo	18 305 742.84	57 382 668.00	95 818 236.00	138 043 380.00	177 651 912.00
Gasto Variable					
Cuotas aterrizajes	-	-	-	-	-
Mantenimiento equipo	-	-	-	-	-
Control de vuelo	-	-	-	-	-
Servicios tierra - rampa	-	-	-	-	-
Manejo de pasajeros	-	-	-	-	-
Catering	-	-	-	-	-
Ventas y reservaciones	-	-	-	-	-
Comisiones agencias	-	-	-	-	-
Publicidad	-	-	-	-	-
Administración	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
Depreciación y amort.	0	0	0	0	0
Total gasto variable	27%	8,378,178.48	28,506,517.02	47,757,671.38	72,191,828.83
Total gasto	26 683 921.32	85 889 185.02	143 575,907.38	210 235 208.83	270 699 158.04
UAIIDA	(5 810 627.12)	(11 053,055.02)	(18 278 397.38)	(14 953 708.83)	(19 068 458.04)
margen de operación	-19.0%	-10.6%	-10.5%	-5.7%	-5.6%

Tabla D 1: Modelo financiero base escenario + negativo

Métricas

	1	2	3	4	5	
INGRESOS						
i Utilización diaria equipos	8	8	8	8	8	
i Tiempo promedio vuelo	2 15	2 15	2 15	2 15	2 15	
Utilización total prom Diaria		54 67	165,55	277,35	387,00	498,80
Num. aeronaves		7	21	35	49	63
p # Asientos X aeronave	50	50	50	50	50	50
# Asientos Disponibles		350	1 050	1 750	2 450	3 150
i Utilización Sem.Prom	7	7	7	7	7	7
i Distancia Prom Diaria (Km)		1 200	1,200	1,200	1,200	1,200
Delta Frecuencias P.D.			202,8%	67,5%	39,5%	28,9%
i Frecuencias Prom Diarias		25	77	129	180	232
i Delta ASKs			202,8%	67,5%	39,5%	28,9%
ASKs anual		556 885 714	1 686,300,000	2 825,100,000	3 942 000,000	5 080 800,000
i Delta FO		-15,38%	9,09%	0,00%	8,33%	0,00%
i Factor de Ocupación	65%	55,0%	60,0%	60,0%	65,0%	65,0%
RPKs anual		306 287 142	1 011 780 000	1 695 060 000	2 562 300,000	3 302 520,000
i Delta Yield		0%	0%	0%	0%	0%
i Yield	\$ 0 1000	\$ 0,1000	\$ 0,1000	\$ 0,1000	\$ 0,1000	\$ 0,1000
Tarifa Promedio		\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Pasajeros		\$ 255 239 3	\$ 843 150 0	\$ 1 412 550 0	\$ 2 135,250 0	\$ 2 752 100 0
i % Carga s/Ings.Tot		0%	3%	3%	3%	3%
i % Otros ingresos		0%	0%	0%	0%	0%
COSTOS						
Tripulación						
p # horas permitidas	3	3	3	3	3	3
i % reservas	30%	30%	30%	30%	30%	30%
i Sueldo Capitán	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500	\$ 97 500
i Sueldo 1° Oficial	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000	\$ 57 000
# tripulaciones		24	72	121	168	217
Cabina						
p # horas permitidas	4 \$	4 \$	4 \$	4 \$	4 \$	4
i % reservas	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Sueldo	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000
# sobrecargos		20	58	98	136	175
Combustible						
Total Horas voladas		19,955	60,426	101 233	141 255	182 062
i Costo galón	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
i Delta costo galón		0%	0%	0%	0%	0%
p # galones X hr Volada	350	350	350	350	350	350
Nómina (Administración y otros)						
% s/Ingresos		20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
i Cto Arrendam Equipo	145 000 \$	12 180 000 \$	36 540 000 \$	60 900 000 \$	85 260 000 \$	109 620 000

Tabla D.2: Métricas del modelo financiero base escenario + negativo

	1	2	3	4	5	Total
Estado de Resultados						
proforma proforma proforma U	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas Brutas						
Pasajeros	30 628 714,20	101 178,000.00	169,506,000.00	256,230,000.00	330,252,000.00	887 794 714.20
Carga	0	3 035 340.00	5 085 180.00	7 686 900.00	9 907 560.00	25 714 980.00
Otros	0	0	0	0	0	0
Total ventas brutas	30 628 714.20	104 213,340.00	174,591 180.00	263,916,900.00	340,159,560.00	913,509 694.20
Costos de Operación						
Comustible	5 587 420.00	16,919 210.00	28,345 170.00	39 551 400.00	50 977 360.00	141 380,560.00
Nómina	4 168,000.00	12 458 000.00	20 948,500.00	29,084 000.00	37,551 500.00	104 210,000.00
Total costo	9 755 420.00	29,377 210.00	49 293,670.00	68,635,400.00	88,528,860.00	245 590 560.00
Utilidad Bruta	20,873 294.20	74,836 130.00	125 297 510.00	195,281 500.00	251 630 700.00	667 919 134.20
Gastos de Administración	23 683 921.32	82 889 185.02	140,575 907.38	207 235 208.83	267 699 158.04	722 083,380.59
Util. Antes de I D y A.	(2 810 627.12)	(8 053 055.02)	(15 278,397.38)	(11 953 708.83)	(16,068 458.04)	(54 164 246.39)
Depreciación	3 000 000.00	3 000 000.00	3,000 000.00	3 000 000.00	3 000 000.00	15,000 000.00
Util. Antes de Imptos. e Ints.	(5 810 627.12)	(11 053 055.02)	(18,278,397.38)	(14,953,708.83)	(19,068 458.04)	(69 164 246.39)
Intereses	0	0	0	0	0	0
Util. Antes de Impuestos	(5,810 627.12)	(11 053 055.02)	(18,278,397.38)	(14 953 708.83)	(19,068 458.04)	(69,164 246.39)
Impuestos	(2,556,675.93)	(4,863,344.21)	(8,042,494.85)	(6,579,631.88)	(8,390,121.54)	(30,432,268.41)
Utilidad Neta	(3,253 951.19)	(6,189,710.81)	(10,235,902.53)	(8,374,076.94)	(10,678,336.50)	(38,731 977.98)

Tabla D.3: Estado de resultados proforma escenario +negativo

	1	2	3	4	5	Total
Edo: Situación financiera						
proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
ACTIVO						
Activo Corto Plazo						
Caja y Bancos	3 652 108.37	9 393 588.51	11 363 072.68	13 924 161.17	15 104 515.43	15 104 515.43
Cuentas por Cobrar	6 125 742.84	20 842 668.00	34 918 236.00	52 783 380.00	68 031 912.00	68,031 912.00
Total de Activos Corto Plazo	9 777 851.21	30 236 256.51	46 281 308.68	66 707 541.17	83 136 427.43	83 136 427.43
Activo Fijo						
Al costo	30,000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30 000 000.00	30,000,000.00
Depreciación Acum	3 000 000.00	6 000 000.00	9 000 000.00	12 000 000.00	15 000 000.00	15,000,000.00
Activo Fijo - Neto	27 000 000.00	24 000 000.00	21 000 000.00	18,000,000.00	15 000 000.00	15,000 000.00
Otros Activos						
Otros Activos	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVO	36,777,851.21	54,236,256.51	67,281,308.68	84,707,541.17	98,136,427.43	98,136,427.43
PASIVO						
Pasivo Corto Plazo						
Cuentas por pagar	10 031 802.40	33 679 918.51	56,960 873.21	82 761 182.65	106 868,405.41	106 868 405.41
Pasivo Largo Plazo						
Deuda	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO	10,031,802.40	33,679,918.51	56,960,873.21	82,761,182.65	106,868,405.41	106,868,405.41
CAPITAL	26 746,048.81	20 556 338.00	10 320 435.47	1 946 358.52	(8 731 977.98)	(8 731 977.98)
TOTAL PASIVO + CAPITAL	36,777,851.21	54,236,256.51	67,281,308.68	84,707,541.17	98,136,427.43	98,136,427.43

Tabla D.4: Estado de la situación financiera proforma escenario +negativo

	1	2	3	4	5	Total
Flujo neto de efectivo proforma USD ctes.	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Utilidad Neta	(3 253 951 19)	(6 189 710 81)	(10 235 902 53)	(9 374 076 94)	(10 678 336 50)	(69 164 246 39)
(+) Depreciación	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	3 000 000 00	15 000 000 00
(-) Increm. Activo corto plazo	(6 125 742 84)	(14 716 925 16)	(14 075 568 00)	(17 865 144 00)	(15 248 532 00)	(68 031 912 00)
(+) Increm. Pasivo corto plazo	10 031 802 40	23 648 116 11	23 280 954 71	25 800 309 43	24 107 222 76	106 868 405 41
(-) Increm. Activo fijo al costo	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto	3,652,108.37	5,741,480.14	1,969,484.17	2,561,088.49	1,180,354.26	(15,327,762.98)

Tabla D.5: Flujo de efectivo proforma escenario +negativo

	1	2	3	4	5
Asientos Kilómetro Disponibles (millones)	556.9	1 686.3	2 825.1	3 942.0	5 080.8
Pasajeros Kilómetro volados (millones)	306.3	1 011.8	1 695.1	2 562.3	3 302.5
Factor de Ocupación (porcentaje)	55.0%	60.0%	60.0%	65.0%	65.0%
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, dólares)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Ventas por pasajero/kilómetro (Yield, pesos)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ventas por asiento/kilómetro (dólares)	0.0550	0.0618	0.0618	0.0670	0.0670
Costo total por asiento/kilómetro (dólares)	0.0175	0.0174	0.0174	0.0174	0.0174
Gasto total por asiento/kilómetro (dólares) ¹	0.0425	0.0492	0.0498	0.0526	0.0527
Combustible por asiento/kilómetro (dólares)	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
Arrendamiento de equipo/kilómetro (dólares)	0.0219	0.0217	0.0216	0.0216	0.0216
Nómina administración/kilómetro (dólares)	0.0110	0.0124	0.0124	0.0134	0.0134
Depreciación/kilómetro (dólares)	0.0054	0.0018	0.0011	0.0008	0.0006
Número de pasajeros promedio (miles)	255	843	1 413	2 135	2 752
Número de aviones en el año	7	21	35	49	63
Punto de equilibrio (Pas Km millones)	757	1 622	2 694	3 276	4 209

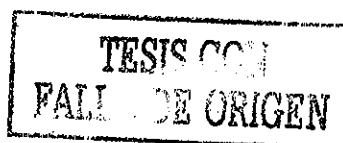
1 No incluye depreciación

ESTRUCTURA DE COSTOS Y GASTOS

	1	2	3	4	5
Costos Fijos					
Sueldos tripulación	10.2%	9.7%	9.7%	9.3%	9.3%
Sueldos sobrecargos	1.3%	1.2%	1.2%	1.1%	1.1%
Total Costos Fijos	11.4%	10.8%	10.9%	10.4%	10.5%
Costo Variable					
Combustible	15.3%	14.7%	14.7%	14.2%	14.2%
Total Costo	26.8%	25.5%	25.6%	24.6%	24.6%
Gasto Fijo					
Arrendamiento de equipo	33.4%	31.7%	31.6%	30.6%	30.5%
Nómina administración	16.8%	18.1%	18.1%	18.9%	18.9%
Total Gasto Fijo	50.2%	49.8%	49.7%	49.5%	49.5%
Gasto Variable²	23.0%	24.7%	24.8%	25.9%	25.9%
Total Gasto	73.2%	74.5%	74.4%	75.4%	75.4%
Total Costo y Gasto	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

2 Incluye depreciación

Tabla D.6: Estadísticas escenario +negativo



Nombre	Expresión	Definición	Tipo	Unidades	Supuesto Parámetro/Variable
1 Ude	=	8 Utilización diaria equipos	Parámetro	numérica horas	Promedio Industria
2 Tpv	=	2 15 Tiempo promedio vuelo	Parámetro	numérica horas	A partir de un itinerario supuesto
3 Utpd	= Tpv * Fpd	Utilización total prom. Diaria	Fórmula	numérica horas	
4 Equipo	= entero(Utpd/Ude) + 1	Número de aeronaves	Fórmula	numérica	
5 Asientos	=	50 Número de asientos por aeronave	Variable	numérica	Equipo seleccionado
6 AsDispo	= Asientos * Equipo	# Asientos Disponibles	Fórmula	numérica	
7 Usp	=	7 Utilización semanal promedio	Variable	numérica	Se utiliza toda la semana
8 Dpd	=	1200 Distancia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
9 Var. Frec.	= Fpd _t / Fpd _{t-1}	Delta Frecuencias prom. diarias	Fórmula	porcentaje	
10 Fpd	=	25 Frecuencia promedio diaria	Fórmula	numérica	A partir de un itinerario supuesto
11 Var ASKs	= ASK _t / ASK _{t-1}	Variación en ASKs	Fórmula	porcentaje	
12 ASKs	= As*Usp*(Usp/7) Fpd	Asientos totales volados	Fórmula	numérica	
13 Delta FO	= FO _t / FO _{t-1}	Variación en factor de ocupación	Fórmula	porcentaje	
14 FO	= Factor de Ocupación	Porcentaje promedio de ocupación	Variable	porcentaje	Promedio óptimo de la industria
15 RPKs	= ASKs * FO	Asientos ocupados volados	Fórmula	numérica	
16 Delta Yield	=	0% Incremento anual de rendimiento	Variable	porcentaje	Se mantiene constante el rendimiento en el horizonte
17 Yield	=	0.1000 Rendimiento por RPK	Parámetro	unidades monetarias	Promedio Industria en 2001 de aerolíneas americ
18 Tarifa prom	= Yield RPK/(Asientos*FO*365*Fp	Tarifa promedio por ciudades	Fórmula	unidades monetarias	
19 Pasajeros	= Asientos*Fpd*365*FO	Pasajeros transportados	Fórmula	unidades	
20 %Carga	=	0% % Carga Ventas s/Vtas. pax	Variable	porcentaje	0 el primer año y 3% los años subsiguientes
21 %Otros	=	0% % Otros Ventas s/Vtas pax	Variable	porcentaje	0 durante el horizonte de tiempo
22 Ventas					
23 Pasajeros	= Yield * RPKs	Ventas por pasajeros	Fórmula	unidades monetarias	
24 Carga	= Pasajeros * %Carga	Ventas por carga	Fórmula	unidades monetarias	
25 Otros	= Pasajeros * %Otros	Ventas otros conceptos	Fórmula	unidades monetarias	
26 # horas permitida	=	3.00 Horas permitidas diarias tripulación	Parámetro	numérica horas	Promedio diario industria, óptimo de seguridad
27 % reservas	=	30 0% Total de tripulación requerida com	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencia
28 Sueldo Capitán	=	97 500.00 Sueldo anual en dólares Capitán	Variable	unidades monetarias	Promedio Industria en EE UU
29 Sueldo 1° Oficial	=	57,000.00 Sueldo anual en dólares 1° Oficial	Variable	unidades monetarias	Promedio Industria en EE UU
30 # tripulaciones	= (Utpd/# Horas perm)*(1+% rese	Total de tripulación requerida	Fórmula	numérico	
31 # horas permitida	=	4.00 Horas permitidas diarias tripulación	Parámetro	numérica horas	Promedio diario industria, óptimo de seguridad
32 % reservas	=	40 0% Total de tripulación requerida com	Variable	porcentaje	Cubrir ausentismo por enfermedad y contingencia
33 Sueldo	=	23,000.00 Sueldo anual en dólares Sobrecarg	Variable	unidades monetarias	Promedio industria en EE UU
34 # sobrecargos	= (Utpd/# Horas perm)*(1+% rese	Total sobrecargos requerida	Fórmula	numérico	
35 Total Horas vola	= Utpd * 365	Horas voladas anuales	Fórmula	numérica horas	
36 Costo galón	=	0.8 Costo por galón de combustible (tu	Parámetro	unidades monetarias	Promedio Industria en EE.UU.
37 Delta costo galón	=	0% Porcentaje de incremento del cost	Variable	porcentaje	Se mantiene constante en el horizonte de tiempo
38 # galones X hr V	=	350 Consumo de combustible	Parámetro	numérico	Especificaciones técnicas de equipo utilizado
39 Nómina administ	= Total Ventas * % s/Ventas	Sueldos y salarios de administraci	Fórmula	unidades monetarias	
40 % s/ventas	=	20% Porcentaje de Ventas para nómina	Variable	porcentaje	Máximo permitido
41 Cto Arrendam	=	145,000.00 Renta mensual equipo de vuelo	Parámetro	unidades monetarias	Promedio sobre tipo de equipo utilizado
42 Sueldos tripulaci	= # tripulaciones * (Sueldo Capitá	Sueldo tripulación anual	Fórmula	unidades monetarias	
43 Sueldos sobrecar	= # sobrecargos * Sueldo sobrecar	Sueldo sobrecargos anual	Fórmula	unidades monetarias	
44 Combustible	= Total Horas voladas * Costo gal	Gasto total anual turbotina	Fórmula	unidades monetarias	
45 Arrendamiento e	= Num. Aeronaves * Cto. Arrenda	Gasto total anual arrendamiento e	Fórmula	unidades monetarias	
46 Sueldos y salario	= % s/ventas * Ventas totales	Total nómina administración	Fórmula	unidades monetarias	
47 Total gasto varia	=	27 35% Total gasto variable anual: Cuotas aterrizajes Mantenimiento equipo Control de vuelo Servicios tierra - rampa Manejo de pasajeros Catering (alimentos y bebidas a bordo) Ventas y reservaciones Comisiones agencias Publicidad Administración Otros	Variable	porcentaje	Máximo permitido

Tabla D.7: Nota técnica escenario +negativo

ANEXO E

RED DE RUTAS PRIMER AÑO

Origen	Destino	Frecuencia Semanal	Distancia Kms	Distancia Prom.	Utilización			
					(hh:mm)			decimal
MTY	MEX	26	708	18,408	1:30	1 3	1 50	39.00
MEX	MTY	26	708	18,408	1:20	1 2	1 33	34.67
TIJ	GDL	21	1898	39,858	2:40	2 4	2 67	56.00
GDL	TIJ	21	1898	39,858	3:00	3	3 00	63.00
MEX	GDL	14	463	6,482	1:05	1 05	1 08	15.17
GDL	MEX	14	463	6,482	1:10	1 1	1 17	16.33
TIJ	MEX	14	2298	32,172	3:15	3 15	3 25	45.50
MEX	TIJ	14	2298	32,172	3:30	3 3	3 50	49.00
MEX	CUN	14	1283	17,962	2:00	2	2 00	28.00
CUN	MEX	14	1283	17,962	2:10	2 1	2 17	30.33
10	10	178		1,290.8			2.117978	377.00

Tabla E.1: Red de rutas para el primer año de operación

ANEXO F

RED DE RUTAS PARA EL QUINTO AÑO

Origen	Destino	Frecuencia Semanal	Distancia Kms	Distancia Prom.	Utilización	
					(hh:mm)	decimal
MTY	MEX	56	708	39,648	1:30	84.00
MEX	MTY	56	708	39,648	1:20	74.67
TIJ	GDL	35	1898	66,430	2:40	93.33
GDL	TIJ	35	1898	66,430	3:00	105.00
MEX	GDL	35	463	16,205	1:05	37.92
GDL	MEX	35	463	16,205	1:10	40.83
TIJ	MEX	35	2298	80,430	3:15	113.75
MEX	TIJ	35	2298	80,430	3:30	122.50
MEX	CUN	28	1283	35,924	2:00	56.00
CUN	MEX	28	1283	35,924	2:10	60.67
MID	MEX	28	991	27,748	1:50	51.33
MEX	MID	28	991	27,748	1:40	46.67
MEX	ACA	21	307	6,447	0:50	17.50
ACA	MEX	21	307	6,447	0:55	19.25
VSA	MEX	21	678	14,238	1:20	28.00
MEX	VSA	21	678	14,238	1:15	26.25
MTY	GDL	21	669	14,049	1:20	28.00
GDL	MTY	21	669	14,049	1:20	28.00
VER	MEX	21	307	6,447	0:55	19.25
MEX	VER	21	307	6,447	0:50	17.50
TGZ	MEX	21	672	14,112	1:15	26.25
MEX	TGZ	21	672	14,112	1:10	24.50
MEX	HMO	21	1615	33,915	2:35	54.25
HMO	MEX	21	1615	33,915	2:25	50.75
TIJ	BJX	14	1997	27,958	2:50	39.67
BJX	TIJ	14	1997	27,958	3:00	42.00
MEX	CUU	21	1245	26,145	2:05	43.75
CUU	MEX	21	1245	26,145	2:00	42.00
TAM	MEX	21	341	7,161	0:50	17.50
MEX	TAM	21	341	7,161	0:50	17.50
ZIH	MEX	14	326	4,564	0:55	12.83
MEX	ZIH	14	326	4,564	0:55	12.83
PVR	MEX	21	658	13,818	1:20	28.00
MEX	PVR	21	658	13,818	1:20	28.00
TRC	MEX	21	815	17,115	1:30	31.50
MEX	TRC	21	815	17,115	1:30	31.50
MEX	CJS	21	1537	32,277	2:30	52.50
CJS	MEX	21	1537	32,277	2:25	50.75
OAX	MEX	21	365	7,665	1:00	21.00
MEX	OAX	21	365	7,665	0:55	19.25
MEX	BJX	21	307	6,447	0:50	17.50
BJX	MEX	21	307	6,447	0:55	19.25

MEX	CUL	21	1039	21,819	1:50	38.50
CUL	MEX	21	1039	21,819	1:45	36.75
TAP	MEX	7	872	6,104	1:40	11.67
MEX	TAP	7	872	6,104	1:30	10.50
MEX	AGU	7	424	2,968	1:00	7.00
AGU	MEX	7	424	2,968	1:00	7.00
SLP	MEX	14	369	5,166	1:00	14.00
MEX	SLP	14	369	5,166	1:00	14.00
MEX	HUX	14	502	7,028	1:10	16.33
HUX	MEX	14	502	7,028	1:15	17.50
MZT	MEX	7	854	5,978	1:35	11.08
MEX	MZT	7	854	5,978	1:35	11.08
MTT	MEX	14	504	7,056	1:00	14.00
MEX	MTT	14	504	7,056	1:00	14.00
MXL	MEX	14	2176	30,464	3:00	42.00
MEX	MXL	14	2176	30,464	3:20	46.67
MXL	GDL	14	1713	23,982	2:30	35.00
GDL	MXL	14	1518	21,252	2:50	39.67
MEX	CME	7	767	5,369	1:15	8.75
CME	MEX	7	767	5,369	1:20	9.33
REX	MEX	7	737	5,159	1:20	9.33
MEX	REX	7	737	5,159	1:25	9.92
ZLO	MEX	14	555	7,770	1:15	17.50
MEX	ZLO	14	555	7,770	1:15	17.50
ZCL	MEX	7	538	3,766	1:00	7.00
MEX	ZCL	7	538	3,766	1:00	7.00
MEX	LAP	14	1274	17,836	2:10	30.33
LAP	MEX	14	1274	17,836	2:05	29.17
MEX	DGO	7	765	5,355	1:25	9.92
DGO	MEX	7	765	5,355	1:30	10.50
SJD	MEX	14	1176	16,464	1:50	25.67
MEX	SJD	14	1176	16,464	2:05	29.17
MTY	CJS	14	893	12,502	1:00	14.00
CJS	MTY	14	893	12,502	1:00	14.00
CUU	CJS	14	326	4,564	0:45	10.50
CJS	CUU	14	326	4,564	0:45	10.50
TRC	CJS	14	737	10,318	1:10	16.33
CJS	TRC	14	737	10,318	1:05	15.17
TIJ	CJS	14	1204	16,856	2:30	35.00
CJS	TIJ	14	1204	16,856	2:30	35.00
HMO	CJS	14	526	7,364	0:45	10.50
CJS	HMO	14	526	7,364	0:45	10.50
CUL	CJS	14	770	10,780	0:50	11.67
CJS	CUL	14	770	10,780	0:50	11.67
GDL	ONT	12	2,116	25,389	3:20	40.00
ONT	GDL	12	2,116	25,389	3:05	37.00
MEX	ONT	14	2499	34,986	3:55	54.83
ONT	MEX	14	2499	34,986	3:40	51.33
90	90	1620		978.30		2,739.33

Tabla F 1: Red de rutas para el quinto año de operación

Referencias bibliográficas

- [1] Aswath Damodaran, *Investment valuation*, John Wiley & Sons, Inc., Toronto, 1996.
- [2] Rafael E. Alcaraz R., *El emprendedor de éxito: Guía de planes de negocios*, 2° Ed., Mc-Graw-Hill Interamericana Editores, S A de C V., México, D.F., 2001.
- [3] David I. Cleland, William R. King, *Manual para la administración de proyectos*, 6° Reimpresión, Compañía Editorial Continental, S A. de C.V., México, D.F., 1999.
- [4] Joel G. Siegel, Jea K. Shim, *Dictionary of accounting terms*, Barron's Educational Series, Inc, New York, 1987.
- [5] Gabriel Baca U, *Evaluación de proyectos*, 4° Ed., Mc-Graw-Hill Interamericana Editores, S A. de C V, México, D F., 2001
- [6] John R. Canada, William G. Sullivan, John A. White, *Análisis de la inversión de capital para la ingeniería y administración*, 2° Ed., Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., Edo. de México, 1997.
- [7] Thomas E. Copeland, J. Fred Weston, *Financial theory and corporate policy*, 3° Ed., Addison-Wesley Publishing, Inc., New York, 1992.
- [8] J. Fred Weston, Thomas E Copeland, *Finanzas en la administración*, 8° Ed., Vol. I, II, McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V., Naucalpan de Juárez, Edo de México, 1988.
- [9] Philip Best, *Implementing value at risk*, John Willey & Sons, Ltd., Chichester, England, 1999
- [10] Christopher L. Culp, *The risk management process*, John Willey & Sons, Inc., Toronto, 2001.
- [11] Robert W. Kolb, *Inversiones*, Editorial Limusa, S A de C V., México, D F, 1999.
- [12] Richard A. Brealey, Stewart C. Myers, *Principles of corporate finance*, 5° Ed., The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 1996.
- [13] Philippe Jorion, *Value at Risk*, 2° Ed., McGraw-Hill, New York, 2001.

- [14] Raúl Coss Bu, **Análisis y evaluación de proyectos de inversión**, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F., 1998.
- [15] Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain, **Preparación y evaluación de proyectos**, 3° Ed., McGraw-Hill Interamericana, S.A., Santafé de Bogotá, 1995.
- [16] Ernesto R. Fontaine, **Evaluación social de proyectos**, 12° Ed., Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, D.F., 1999.
- [17] Peter Hall, **Great planning disasters**, Univertisy of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, 1980.
- [18] Simon Benninga, **Financial modeling**, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1997.
- [19] Audrey Haber, Richard P. Runyon, **Estadística general**, Fondo Educativo Interamericano, S.A., México, 1973
- [20] Gerardo Guajardo Cantú, **Contabilidad financiera**, 2° Ed., McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V., Naucalpan de Juárez, Edo. de México, 1995.
- [21] Lanny M. Solomon, Richard J. Vargo, Richard G. Schroeder, **Principios de contabilidad**, Harla, S.A. de C.V., México, D.F., 1988.
- [22] Alfredo Pérez Harris, **Los estados financieros: su análisis e interpretación**, Ediciones Contables, Administrativas y Fiscales, S.A. de C.V., 7° Ed., 1997.
- [23] **Diccionario de la lengua española**, Real Academia Española, Madrid, 1992.
- [24] Nassir Sapag Chain, **Criterios de evaluación de proyectos**, McGraw-Hill Interamericana de España, S.A., México, 1993.
- [25] Peter Schartz, **The art of the long view**, User's Guide (www.gbn.org)
- [26] Timothy Heyman, **Inversión en la globalización**, Editorial Milenio, S.A. de C.V., México, 1998.
- [27] Kess Van Der Heijden, **Escenarios: El arte de prevenir el futuro**, Panorama Editorial, S.A. de C.V., México, D.F., 2000.
- [28] Bob Diamond, **Concepts of modeling and simulation**, Imagine That, Inc., Sep./Oct., 1996.

- [29] Carol Alexander, ***Market models: A guide to financial data analysis***, John Wiley & Sons, Ltd , West Susses, UK, 2001.
- [30] Carol Alexander, ***Mastering risk***, Vol. 2: Applications, Pearson Education Limited, University of Reading, UK, 2001.
- [31] James R. Evans, David L. Olson, ***Introduction to simulation and risk analysis***, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1998
- [32] Schachter Barry, ***How well can stress testing complement VaR***, www.gloriamundi.org, All About Value at Risk, 2001.
- [33] William S  ller, ***An introduction to probability theory and its applications***, Vol I, 3^o Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968.
- [34] Paul L. Meyer, ***Probabilidad y aplicaciones estadísticas***, Fondo Educativo Interamericano, S.A., México, D.F., 1973.
- [35] Francis X. Diebold, ***Elements of forecasting***, South-Western College Publishing, Cincinnati, Ohio, 1998.
- [36] Badi H. Baltagi, ***Econometrics***, Springer-Verlang Berlin, Heidelberg, 1998.
- [37] Damodar N. Gujarati, ***Econometr  a***, 3^o Ed., McGraw-Hill Interamericana, S A , Santaf   de Bogotá, 1997
- [38] William Mendenhall, Terry Sincich, ***Statistics for the engineering and computer sciences***, Dellen Publishing Company, Singapur, 1988
- [39] Federal Reserve Bank of New York, Statistics, CD-Discount-Prime Rates, www.ny.frb.org



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**Programa de Posgrado en Ciencias de la
Administración**

Oficio: PPCA/EG/2002

Asunto: Envío oficio de nombramiento de jurado de Maestría.

Coordinación

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar
de esta Universidad
Presente.

At'n.: Biol. Francisco Javier Incera Ugalde
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado

Me permito hacer de su conocimiento, que el alumno **José de Jesús Echeverría de Eguluz** presentará Examen de Grado dentro del Plan de Maestría en Finanzas toda vez que ha concluido el Plan de Estudios respectivo y su tesis, por lo que el Subcomité de Nombramiento de Jurado del Programa, tuvo a bien designar el siguiente jurado:

M. A. Eduardo Villegas Hernández	Presidente
M. A. y M.C. Juan Pedro Jaimes Flores	Vocal
M. A. José Bernardo Vargas Negrete	Secretario
M.F. Francisco López Herrera	Suplente
M.I. Genoveva Barrera Godínez	Suplente

Por su atención le doy las gracias y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"Por mi raza hablará el espíritu"
Ciudad Universitaria, D.F., a 06 de noviembre del 2002.

El Coordinador del Programa


Dr. Sergio Javier Jasso Villazul

