

Análisis y administración del riesgo

Objetivo general

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno aplicará los conceptos de análisis de riesgo en proyectos de inversión.

Objetivos específicos

- Identificar** el concepto de administración del riesgo en proyectos de inversión.
- Demostrar** que, con y sin el concepto de inflación monetaria, se tienen resultados similares en la evaluación económica.
- Señalar** cuál es la base del método de administración del riesgo.
- Explicar** las ventajas del método propuesto sobre los métodos de análisis del riesgo hasta ahora conocidos.

Enfoque en competencias

Análisis de datos duros y blandos, creatividad e innovación

Esta parte del método de evaluación de proyectos mide el riesgo de la inversión. Tal vez el riesgo más evidente sea que las cosas no salgan tal y como fueron planeadas, pero sucede que dentro de las cuatro partes que conforman el estudio de la evaluación de un proyecto se identifican cuatro tipos de riesgo. El primero es el **riesgo de mercado**, que consiste en que la demanda potencial insatisfecha calculada no sea de esa magnitud o que sea mucho más difícil de penetrar en el mercado de lo que se pensó en un principio, a pesar de las estrategias adoptadas.

El segundo riesgo evidente es que la **tecnología en uso no haya sido realmente optimizada**, por lo que se pueden encontrar equipos subutilizados o cuellos de botella en algunos procesos. El tercer riesgo es que los **costos y la inversión calculada** no resulten en la realidad, igual o al menos similares, a la magnitud previamente determinada sino que resultan mayores, y de ser así, el precio de venta del producto o se modifica elevándolo o bien se mantiene igual pero las ganancias disminuyen. El cuarto riesgo es una consecuencia de lo anterior y resulta en obtener una **rentabilidad económica menor a la esperada**.

Observe que el factor humano juega un papel crucial en todas las determinaciones. Quizá se calculó mal la demanda potencial insatisfecha, o se calculó bien pero al momento en que la empresa quiere cubrir ese segmento del mercado, no lo hace correctamente, lo cual podría atribuirse a un mal desempeño del director o del gerente de ventas. En el *estudio técnico* parece que hay más propensión a cometer errores humanos, ya que la mayoría de las técnicas empleadas en este capítulo son técnicas de ingeniería para la optimización del uso de recursos, y el concepto de optimización es demasiado sutil. Una simple pregunta hace ver esta realidad ¿Cómo se puede comprobar que los principios de distribución de planta han sido óptimamente aplicados en el área productiva de una empresa?

En el *estudio económico* el problema es, aparte de una mala estimación en los costos, que mientras más tiempo tomen los promotores del proyecto en decidir sobre la realización de la inversión, los precios de los activos fijo y diferido

tenderán a cambiar en mayor magnitud, modificando así el monto de la inversión originalmente estimada y, por último, todos estos factores afectarán la rentabilidad económica que es el último riesgo.

Esta parte del estudio trata sobre el riesgo, al cual algunos autores han dicho que es más un estado de la mente que una medición en sí misma, por esta razón las competencias necesarias aquí son *análisis de datos duros y blandos, creatividad e innovación*.

El análisis de datos duros es evidente, pero aquí es muy importante el *análisis de datos blandos*, esto es, tratar de percibir algún riesgo desde el mismo estudio del mercado, tratar de percibir si la optimización de todas las actividades de la planta tiene lógica y los resultados son razonables, analizar si los resultados obtenidos de la rentabilidad económica son concordantes con el tipo de actividad productiva que desarrollará la empresa, más allá de los resultados numéricos. Como toda competencia superior, el *análisis de datos blandos* sólo se obtiene con mucha experiencia.

El método de medición del riesgo que aquí se propone incorpora al *mercado*, al hacer variar el índice de rentabilidad respecto de una variación en la cantidad de producto vendida. También incorpora el factor *tecnológico*, pues de llegarse a detectar una pendiente muy elevada en una gráfica como la 6.1, indicaría un mal uso de la tecnología. Las competencias de *creatividad e innovación* no se necesitan para hacer este análisis sino para que, en caso de que los resultados de cualquier parte del estudio no sean del todo satisfactorios, se aplique esta competencia superior para resolver el problema, sobre todo cuando se desea elaborar un producto que ya hacen otras empresas y del cual obtienen ganancias aceptables, y los resultados del proyecto muestran una baja o nula rentabilidad económica, en cuyo caso será necesario detectar exactamente dónde está el problema y tener la capacidad de innovación suficiente para realizar las modificaciones pertinentes a fin de elaborar con éxito el producto y, desde luego, tener la creatividad suficiente para disminuir e incluso eliminar todos los riesgos detectados.

Objetivos y generalidades del análisis y administración del riesgo

Los objetivos del análisis y administración del riesgo en un proyecto de inversión son los siguientes:

- Determinar, con alguna medida cuantitativa, cuál es el riesgo al realizar determinada inversión monetaria.
- Administrar el riesgo de tal forma que pueda prevenirse la bancarrota de una empresa.

Generalidades

En el año 2008 el mundo tuvo una nueva crisis económica provocada por muchos factores. Todos los países, incluso los desarrollados, sufrieron los efectos de esta crisis originada en Estados Unidos, y de acuerdo con los expertos, esta crisis fue similar en magnitud a aquella que sufrió Estados Unidos en 1929. La nueva crisis dejó, entre otras cosas, millones de desempleados en todo el mundo.

Con excepción de los siete países desarrollados y tal vez de China, el resto de los países sufrieron las consecuencias de la globalización de los mercados. Fluctuaciones en el precio de materias primas importadas, en las tasas de interés, en la paridad monetaria de las monedas débiles respecto de las monedas fuertes, etcétera.

La evaluación de proyectos propone una metodología general de planeación de la nueva empresa y una serie de prácticas o técnicas para resolver cada una de las partes que constituyen esa metodología general.

Ante la situación antes descrita, tanto investigadores como inversionistas pueden poner en duda, con justificada razón, la validez tanto de una metodología como de los resultados de un estudio de factibilidad, pues si las condiciones económicas bajo las cuales una inversión se declara económicamente rentable cambian drásticamente con el tiempo, es probable que la rentabilidad pronosticada también cambie, y esto implica un determinado riesgo, no considerado ni cuantificado en un estudio de factibilidad.

Con la intención de ahondar sobre estos aspectos nace, en un principio, la inquietud de aplicar los conceptos y técnicas hasta ahora conocidos sobre el riesgo (de las que se hace una breve crítica más adelante), pero al aplicarlos a la realidad se observan resultados teóricamente bien sustentados pero poco prácticos y de aquí surge un nuevo enfoque para el análisis y administración del riesgo, el cual se presenta en esta sección.

Con esto se quiere indicar que en un estudio de factibilidad técnico-económica es imposible trabajar con los pronósticos del gobierno o de cualquier otra fuente. No tiene caso hacerlo, pues la realidad dista mucho de lo pronosticado y esta situación probablemente no varíe mucho en ningún país latinoamericano.

Es evidente que cualquier inversión para producir bienes lleva un riesgo implícito. Este riesgo es menor entre más se conozcan todas las condiciones económicas, de mercado, tecnológicas, etc., que rodean al proyecto. Sin embargo, no se trata únicamente de declarar que un proyecto de inversión es económicamente rentable y con cierto riesgo bajo determinadas condiciones y realizar la inversión; si a corto plazo esas condiciones iniciales cambian, la inversión ya hecha se vuelve económicamente no rentable y la empresa quebrará a los tres o cuatro años de instalada.

El enfoque que aquí se presenta se llama **analítico-administrativo**, porque no sólo cuantifica de cierta forma al riesgo, sino que, mediante su administración, pretende prevenir la quiebra de la inversión hecha, anticipando la situación con el tiempo suficiente para evitarla. Es un intento más que se hace para tratar de ayudar a resolver el problema de la incertidumbre que plantea el futuro, por medio de un enfoque más práctico que teórico, tratando de resolver un problema, más que enfatizarlo y adoptarlo a un modelo matemático sin aplicaciones prácticas que realmente tengan valor.

La secuencia de presentación de esta parte es la siguiente:

- Crítica de la teoría actual del riesgo y filosofía del nuevo enfoque.
- Método de evaluación económica que elimina el factor inflacionario.
- Nivel mínimo de ventas para el cual el proyecto aún es rentable.
- Enfoque propuesto para abordar y resolver el problema.
- Discusión sobre el enfoque propuesto.

método analítico-administrativo

método que no sólo cuantifica al riesgo, sino que, mediante su administración, pretende prevenir la quiebra de la inversión hecha, anticipando la situación con el tiempo suficiente para evitarla

Crítica de la teoría actual del riesgo

Todas las técnicas que utilizan conceptos probabilísticos suponen que los valores asignados a las probabilidades ya están dados o que se pueden asignar con cierta facilidad. La probabilidad de que ocurra un evento se expresa por medio de un número que representa la probabilidad de ocurrencia, la cual

probabilidad

un estado de la mente, porque representa la creencia en la posibilidad de que ocurra determinado evento

se determina analizando la evidencia disponible relacionada con la ocurrencia del evento. De esta manera, la **probabilidad** puede conceptualizarse como un estado de la mente, porque representa la creencia en la posibilidad de que ocurra determinado evento. Así, esta creencia se convierte en una probabilidad subjetiva y a pesar de esto, la probabilidad es parte integral de la toma de decisiones económicas.

Una de sus aplicaciones más sencillas es la de calcular un valor monetario esperado.

Se utiliza mucho cuando se pretende introducir un nuevo producto al mercado. Para ello se hace un estudio de factibilidad y se calculan los flujos netos de efectivo para tres posibles eventos futuros que son: un aumento en la demanda, que la demanda se mantenga igual y la disminución del valor de la demanda. El valor monetario esperado es $(\mu) = E[X]$ donde:

$$\mu = P_1X_1 + P_2X_2 \dots + P_nX_n \quad (6.1)$$

donde $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$, son las probabilidades de ocurrencia de los eventos respectivos X_1, X_2, \dots, X_n , esto es, la probabilidad de que se obtengan determinados flujos de efectivo. Estas estimaciones deben basarse en las experiencias pasadas pero, sobre todo, en las proyecciones del futuro de la actividad económica del sector, región o país donde se desarrollará el proyecto.

Una determinación adicional al cálculo de la media o valor esperado es el cálculo de la varianza del evento X , que se define como el valor esperado de la función $(X_n - \mu)^2$, cuyos posibles resultados son:

$$(X_1 - \mu)^2, (X_2 - \mu)^2, \dots, (X_n - \mu)^2$$

con una probabilidad de ocurrencia P_1, P_2, \dots, P_n , respectivamente. La varianza del evento X se denota por $V[X] = \delta^2$ y numéricamente es:

$$\delta^2 = \sum P_i X_i^2 - \mu^2 \quad (6.2)$$

Note que la varianza de un evento incierto puede interpretarse como el promedio ponderado $(X_1 - \mu)^2, \dots, (X_n - \mu)^2$. Los valores de:

$$(X_1 - \mu), (X_2 - \mu) \text{ y } (X_n - \mu)$$

representan las desviaciones de los posibles resultados X_1, X_2, \dots, X_n de la media o valor esperado μ . En consecuencia, la varianza δ^2 , es una medida de la dispersión de los resultados. Si se obtiene raíz de δ^2 , es decir, δ , se le llama desviación estándar y se expresa en las mismas unidades que μ . De esta manera es más conveniente medir la dispersión y su valor es:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i X_i^2 - \mu^2}$$

Éstos, que son los conceptos más utilizados para analizar y medir el riesgo, tienen las siguientes desventajas en su aplicación:

- Sólo es útil al comparar \sum para dos o más proyectos, en los que se pueda observar, de entre varias alternativas de inversión, cuál tiene menos dispersión y menor riesgo. Si se obtiene δ sólo para un proyecto, el valor en sí dice poco respecto al riesgo que tendrá esa inversión. No hay un límite arriba o abajo del cual sea posible declarar que un proyecto es o no riesgoso.
- Aun en el caso de comparar las δ para dos o más proyectos de inversión, para que la comparación fuera directa, todos los proyectos bajo análisis deberían tener el mismo monto en la inversión inicial, de lo contrario tendría que realizarse un análisis incremental de evaluación económica, puesto que no se pueden pedir rendimientos monetarios iguales ni riesgos iguales ante inversiones de montos diferentes; lo cual complica aún más el problema.
- El cálculo de μ y δ depende de los valores asignados a las probabilidades y como hasta la fecha no se han podido establecer las bases para su determinación, su asignación sigue siendo subjetiva, de modo que al resultado también se le llama *subjetivo*.
- La teoría normalmente considera tres estados de la naturaleza que son: economía en expansión o de ventas altas, economía estable o de ventas normales y economía en descenso o de ventas bajas; pero no declara en forma precisa o directa cuándo y con base en qué concepto o valor, debe considerarse que una economía está entrando en tales estados.

Otro enfoque para el análisis del riesgo es el **método Monte Carlo** que, de hecho, es una clase de simulación para tomar decisiones en la cual las distribuciones de probabilidad describen ciertos elementos económicos. Este método utiliza las distribuciones, que pueden ser empíricas o teóricas, para generar resultados aleatorios, los cuales, a su vez, se combinan con los resultados técnico-económicos de un estudio de factibilidad para tomar decisiones respecto al proyecto. Mientras más simulaciones se efectúen, se espera que el resultado sea más confiable, aunque esto no es totalmente cierto.

El método de **árboles de decisión** es otro enfoque por medio del cual es posible realizar un análisis de cómo las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en un futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias a largo plazo, por lo que se utiliza cuando es importante considerar las secuencias de decisión y se conocen las probabilidades de que sucedan en el futuro los eventos bajo análisis. Estos árboles de decisión se construyen, por ejemplo, a partir de tres situaciones u opciones mutuamente excluyentes. De cada una de estas opciones se generan, a su vez, otras dos o tres opciones. Suponga que se tienen las opciones de construir una planta productora de cierto alimento envasado en tamaños catalogados como planta pequeña, mediana o grande; para cada opción existe la posibilidad de que la demanda del producto sea alta, regular o baja. Con estos datos se calculan tanto inversiones como ganancias probables, según los nueve resultados probables que son: planta pequeña con demanda alta, regular o baja; planta mediana con demanda alta, regular o baja, y planta grande con demanda alta, regular o baja. Se hace una evaluación económica de cada resultado y se asigna una probabilidad de que ocurra cada resultado. Se obtendrán tres valores esperados, uno por cada tamaño de planta y se construirá la planta con aquel tamaño que haya dado el mayor valor esperado. El método puede complicarse si de cada punto de decisión o nodo se generan nuevas ramificaciones y hasta se han desarrollado técnicas, como el *rolling back* que, obedeciendo ciertas reglas, logran tomar la decisión óptima, a pesar de lo complicado que pueda ser un árbol.

Éstos son los principales métodos desarrollados cuando es posible asignar valores a las probabilidades de ocurrencia de determinados eventos, aunque la realidad indique que si bien es cierto que los métodos implican el uso de valores de las probabilidades, en la mayoría de las situaciones no se tienen datos válidos para asignar con bases reales valores significativos a esas probabilidades, por lo que los métodos descritos reducen su aplicación a casos prácticos en situaciones muy limitadas.

Como en este caso se trabaja con probabilidades conocidas, a esta situación se le llama toma de decisiones con certidumbre y bajo riesgo, a diferencia de métodos que no manejan probabilidades. Cuando se utilizan métodos que no manejan probabilidades a la situación se le llama toma de decisiones con incertidumbre y bajo riesgo. Algunos de tales métodos se mencionan a continuación.

Matriz de pago, se construye generando una serie de opciones que no necesariamente se excluyen entre sí; para cada opción se dan varios estados o eventos futuros sobre los cuales quien toma la decisión no tiene control. De esta manera, la matriz da por resultado los pagos o ganancias de cada alternativa contra cada evento futuro.

Otra forma de abordar el problema es seguir la **regla de Laplace**. Cuando por falta de datos no se desea asignar un valor a las probabilidades de ocurrencia de los eventos bajo estudio, se puede razonar o deducir que cada uno de los posibles eventos tiene la misma probabilidad de ocurrir que los demás o que no hay por qué suponer que un evento es más probable que otro. A esto se le llama el principio de Laplace o principio de razón insuficiente, basado en la filosofía de que la naturaleza se comporta de manera indiferente. Con este razonamiento, la probabilidad de ocurrencia de cada estado es $1/n$, donde n es el número de posibles eventos.

Además, existen otros métodos que no distan mucho de los mencionados, como las reglas Maximín y Maximáx, la regla de Hurwicz, la regla de arrepentimiento Minimáx, etc., que se han desarrollado más como curiosidades metodológicas que como procedimientos de aplicación general y cuya aplicación, de hecho, es muy limitada.

Ante esta situación poco halagadora de abordar la certidumbre con datos sin base y con riesgo y la incertidumbre con riesgo en proyectos de inversión, es que se pensó en desarrollar un nuevo enfoque con una filosofía totalmente distinta para abordar el problema.

método Monte Carlo

simulación para tomar decisiones, en la cual las distribuciones de probabilidad describen ciertos elementos económicos

árboles de decisión

análisis de cómo las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en un futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias a largo plazo

matriz de pago

genera una serie de opciones que no se excluyen entre sí; para cada opción se dan varios estados o eventos futuros sobre los cuales quien toma la decisión no tiene control

regla de Laplace

deduce que cada uno de los posibles eventos tiene la misma probabilidad de ocurrir que los demás

riesgo e incertidumbre

en proyectos de inversión las variables que afectan la rentabilidad de una inversión son, en gran medida, incontrolables, por lo tanto, es impredecible su comportamiento

Se considera que la causa principal por la que todos los métodos mencionados tratan de resolver el problema del **riesgo e incertidumbre** en proyectos de inversión, es que las variables que afectan la rentabilidad de una inversión son, en gran medida, incontrolables, por lo tanto, es impredecible su comportamiento.

Suponga dos situaciones muy distintas respecto del tipo de inversionista y lugar donde se puede realizar la inversión. El primer caso es una corporación trasnacional que normalmente tiene disponible un portafolio de inversiones, es decir, tiene una serie de opciones de inversión que varían no sólo en monto, sino en tipo de producto y país dónde invertir.

Para este tipo de corporaciones puede ser útil, en cierta medida, la teoría expuesta sobre el riesgo, ya que para inversiones en países desarrollados y de economía estable es más fácil que los pronósticos que se hagan sean certeros en el futuro, con sólo pequeñas desviaciones. Pero si esa misma corporación desea invertir en algún país en vías de desarrollo, en específico en Latinoamérica, la situación cambia radicalmente. En este caso el futuro económico de cualquier país es impredecible, pues cuando no se enfrenta a situaciones de inflación galopante, aparecen planes de choque para control económico interno, gobiernos muy corruptos que dan al traste con cualquier plan de desarrollo, etc. Existen, además, en los países en vías de desarrollo presiones externas por parte de los países desarrollados, no sólo en el aspecto económico, como sería bajar el costo de las materias primas, dejar de comprar o vender determinado producto, el manejo especulativo de la deuda externa, etc., sino también la fuerte publicidad que hace cambiar los hábitos alimenticios, la forma de vestir y la forma de vivir dentro del hogar.

Ante este panorama se aprecia que no es fácil desarrollar y emplear una teoría del riesgo de aplicación general. Pero esto no es todo. La segunda situación que debe contemplarse es la que vive el mediano y pequeño inversionista en países en vías de desarrollo; está definitivamente imposibilitado para crear una empresa en el extranjero y además, la mayoría de las veces no cuenta más que con una opción de inversión, ya sea porque es el único campo que domina, porque instalará sucursales de un pequeño negocio que ya tiene, ampliará una planta que ya tiene o desea lanzar un nuevo producto al mercado desarrollado y fabricado en sus propias instalaciones.

Para este tipo de inversionistas, con una sola opción de inversión, normalmente no funcionan los enfoques expuestos sobre el riesgo, pues de nada le serviría obtener un valor monetario esperado o una desviación estándar, si estos valores nada dicen por sí mismos. Esto, independientemente de que subsista el problema de asignar valores a las probabilidades. Tampoco hay que olvidar que este inversionista se enfrenta a variables incontrolables como inflación galopante, planes de choque económico, corrupción y otras.

Filosofía del enfoque propuesto

El número de variables que intervienen y pueden afectar la demanda de un producto son, además de muy diversas, poco controlables y, en consecuencia, se pueden predecir con poca exactitud, y se clasifican en situación económica mundial, situación económica interna del país donde se desarrolla el estudio, disposiciones gubernamentales del propio país, comportamiento personal de los consumidores, etcétera.

Ante la imposibilidad de hacer buenos pronósticos es más conveniente no intentar predecir el futuro, sino tratar de evitar, con tiempo suficiente, cualquier situación inconveniente para la empresa.

En la actualidad los enfoques administrativos sobre planeación han cambiado drásticamente. Mientras que en la década de 1960 era común realizar planeaciones en horizontes de tiempo de 10 a 15 años, ahora se considera que un año es un plazo de planeación largo y los ajustes y revisiones presupuestales se hacen en tiempos más cortos, debido al ambiente tan cambiante.

Las conocidas etapas del proceso administrativo como planeación, organización, dirección y control, con todas sus ramificaciones, se han dinamizado enormemente con el único objeto de adaptarse y sobrevivir ante un medio muy inestable e impredecible. La nueva filosofía del empresario moderno es precisamente reaccionar no sólo rápido sino de manera acertada ante los cambios frecuentes que se le presentan, lo que dista mucho de las antiguas planeaciones a largo plazo.

Un nuevo enfoque de análisis debe contemplar el hecho real de que, en la actualidad, es inútil hacer planeación o pronósticos a plazos mayores de un año, si al cabo de un tiempo incluso menor, las condiciones han cambiado de tal manera que invalidan las decisiones tomadas.

La declaración fundamental de la **nueva filosofía** es la siguiente: los únicos datos verídicos y confiables son los obtenidos en el presente.

Si se considera que esta aseveración es totalmente válida, significa que los únicos datos que se utilizarán en el nuevo enfoque son los datos recién recabados, lo que implica además que no se trabaja con proyecciones que, como ya se ha comentado, son inseguras y, por lo tanto, pueden invalidar una decisión tomada.

Esto también implica que, en automático, al no hacer proyecciones ni trabajar con ellas, se eliminan del análisis todas las condiciones futuras y se evita así tomar decisiones basadas en cálculos de condiciones cambiantes.

Por lo tanto, la filosofía del nuevo enfoque es llevar a cabo el proyecto siempre que las condiciones actuales y conocidas tanto de mercado como tecnológicas y económicas, lo hagan económicamente rentable.

En seguida surge la inquietud de que las condiciones futuras inmediatas pueden cambiar la rentabilidad de la inversión, por lo que no es válido dicho enfoque. Hay que aclarar con detenimiento la situación.

El estudio de mercado debe hacerse lo más completo posible, con proyecciones multivariadas. Si éste es un estudio que, desde un principio, da como resultado que no hay mercado futuro inmediato, la inversión deberá rechazarse de inmediato. Si este estudio demuestra que existe un amplio mercado para el producto, lo que recomienda el nuevo enfoque es no tomar tales proyecciones de mercado para pronosticar ventas e ingresos. La recomendación simple sería llevar a cabo la inversión porque es económicamente rentable, con el mercado actual.

El problema de muchos productos no es exactamente la falta de mercado, ya que la necesidad real de consumo existe. Lo que afecta al consumo es la *disminución del poder adquisitivo del comprador*, quien, a su vez, es afectado por situaciones económicas ajenas a él.

Aquí radica una de las grandes diferencias del nuevo enfoque respecto al enfoque tradicional; mientras que en este último se hacían proyecciones del mercado que, por muy completas que fueran, resultaban incapaces de predecir los cambios económicos nacionales e internacionales a largo plazo pero que, a pesar de esto, se tomaban como base para el cálculo de las ventas o ingresos, el nuevo enfoque hace las mismas proyecciones, pero *sin tomarlas en cuenta para el cálculo de ingresos*, ya que está consciente de la inutilidad de tal acción. Esto es, aunque en teoría existía demanda, en la realidad no la hay por causas ajenas al consumidor, aunque sí existe la necesidad del producto y, por lo tanto, no se toman en cuenta las proyecciones teóricas.

Si no se considera el futuro, es cuestionable el cómo afecta este enfoque a los otros dos aspectos principales de todo proyecto que son el estudio técnico y la evaluación económica.

Del estudio técnico se puede decir lo siguiente: en la evaluación de un proyecto tradicional la capacidad del equipo y la tecnología se seleccionan de acuerdo con las condiciones del mercado en el momento de hacer el estudio, disponiendo la distribución física de la planta de manera que sea flexible a futuras ampliaciones en el nivel productivo, ya que sería un error hacer una inversión cuantiosa para una planta grande, pensando siempre en la certeza de un futuro promisorio para la empresa. Es obvio que a todo inversionista le gustaría que esto fuera así, pero en crisis económicas recurrentes, éste es el menos frecuente de los casos.

El nuevo enfoque hace exactamente lo mismo que el tradicional, es decir, recomienda instalar la capacidad de producción de acuerdo con las condiciones de mercado vigentes en ese momento, previendo futuras ampliaciones.

Donde sí existe una gran diferencia de enfoques, es en la evaluación económica. Mientras que en los estudios tradicionales se utiliza un estado de resultados pro-forma para obtener los futuros flujos de efectivo del proyecto para obtener la rentabilidad económica, expresada como *VPN* o *TIR* y finalmente se hace el llamado análisis de sensibilidad para observar el comportamiento de la rentabilidad económica bajo ciertos parámetros cambiantes, principalmente precios de insumos; el nuevo enfoque cambia totalmente esta metodología.

Primero, si no toma en cuenta el futuro, entonces la inflación debe ser considerada como cero. La inflación es el principal problema al pronosticar, como ya se ha mencionado, y puede ser eliminada del análisis, según puede verse en el "Caso práctico" de la página 223. Para ello deben seguirse todas las restricciones indicadas, tomando en cuenta principalmente que si se considera como cero a la inflación, deben excluirse los préstamos del análisis.

nueva filosofía

los únicos datos verídicos y confiables son los obtenidos en el presente, además que no se trabaja con proyecciones, por lo tanto, se eliminan del análisis todas las condiciones futuras y se evita así tomar decisiones basadas en cálculos de condiciones cambiantes

Si se asume que sólo la información del presente es conocida y válida y si se considera a la inflación como cero en el análisis, las siguientes declaraciones son válidas.

1. Si la inversión resulta económicamente rentable bajo las condiciones actuales y conocidas, sin importar el nivel de inflación en el futuro, el proyecto seguirá siendo rentable, *siempre que el nivel de ventas se mantenga constante*.
2. La rentabilidad económica se ve incrementada en automático si se aumenta el nivel de ventas, siempre que permanezcan constantes las otras condiciones que afectan la rentabilidad.
3. El préstamo a tasas preferenciales siempre es benéfico para la empresa, cualquiera que sea el nivel de inflación vigente y siempre que las ventas no disminuyan.

técnica de inflación cero

evalúa el proyecto en condiciones más bien pesimistas. Esto es, sin haber llegado a saturar la capacidad de los equipos y sin considerar préstamos a tasas preferenciales

El empleo de la **técnica de inflación cero** implica evaluar el proyecto en condiciones más bien pesimistas. Esto es, sin haber llegado a saturar la capacidad de los equipos y sin considerar préstamos a tasas preferenciales. Si a pesar de esto, la inversión es económicamente rentable, cualquier préstamo de este tipo o aumentando las ventas elevará de inmediato la rentabilidad.

Por otro lado, la rentabilidad económica se mide como la diferencia entre la *TMAR* y la *TIR* del proyecto. Superando la *TIR* a la *TMAR*, a mayor diferencia mayor rentabilidad.

Aquí se tiene un primer parámetro para catalogar un proyecto como riesgoso: si el nivel de producción es tal que satura la capacidad instalada y, a pesar de esto, la *TIR* supera por muy poco margen a la *TMAR*, el proyecto es muy riesgoso.

Esto significa que, a pesar de que la planta opere a toda o casi toda su capacidad, la *TIR* con mucha dificultad alcanza el valor mínimo de rentabilidad y esto hace muy riesgosa la inversión, pues una baja ligera en las ventas la haría no rentable y esto da muy poca flexibilidad de operación.

Una inversión no es riesgosa justamente cuando no se ve tan afectada por el nivel de ventas, pues es aquí donde empieza la administración de riesgo. Por ejemplo, a un determinado nivel de ventas, se ha calculado que la *TIR* supera a la *TMAR* por cierta cantidad de puntos porcentuales.

Si las ventas empiezan a disminuir por causas ajenas a la empresa, como una crisis económica nacional y suponiendo que la calidad del producto y la productividad de la empresa permanezcan constantes, entonces, mientras más diferencia exista entre la *TIR* y la *TMAR*, más tiempo u oportunidad se tendrá de administrar el riesgo que tiene la empresa de volverse no rentable, al disminuir las ventas por debajo de determinado nivel.

En esto consiste precisamente el nuevo enfoque llamado de análisis y administración del riesgo. De **análisis de riesgo**, porque se determina con precisión cuál es el nivel mínimo de ventas que siempre se debe tener; de **administración del riesgo**, porque al notar una disminución de las ventas, aunque lenta pero sostenida, se puede calcular de cuánto tiempo se dispone para administrar ese riesgo. Administrar significa varias cosas, entre ellas elevar la productividad, mejorar la calidad para conseguir más preferencia de los consumidores, incrementar la red de ventas o distribución, etc., es decir, se trata finalmente de determinar cuándo y a qué nivel de ventas *no* se debe llegar y administrar con tiempo suficiente la empresa para evitar dicha situación.

análisis de riesgo

determina con precisión cuál es el nivel mínimo de ventas que siempre se debe tener

administración del riesgo

ante una disminución de ventas, aunque lenta pero sostenida, se puede calcular de cuánto tiempo se dispone para administrar ese riesgo

Medición del riesgo de mercado

A diferencia del riesgo tecnológico, el cual puede ser controlado por la empresa al optimizar todos los recursos que utiliza en la producción, el *riesgo de mercado* está fuera del control de la compañía, por eso, también se le llama *riesgo no sistemático*.

En 2008 se detonó una crisis económica mundial, en la que cerraron miles de empresas, hubo millones de desempleados en todo el mundo, incluso disminuyó la demanda mundial de petróleo, lo que a su vez generó una disminución de la demanda de muchísimos productos. Aunque se sabía de los problemas con el pago de hipotecas en Estados Unidos, la crisis fue inevitable.

En el estudio de mercado de la empresa que se investiga, se determinó la demanda potencial insatisfecha optimista y pesimista, anotadas en las tablas 2.26 y 2.27 cuyos datos principales se vuelven a reproducir aquí (cifras en toneladas, tabla 6.1).

Tabla 6.1

Año	DPI optimista	DPI pesimista
8	8 884	6 820
9	10 150	6 590
10	12 213	9 067
11	147 131	2 256
12	20 594	15 356

La producción planeada es de 1 050 toneladas anuales, que representa 11.8% de la demanda potencial insatisfecha (*DPI*) optimista y 15.4% de la *DPI* pesimista; pero si la referencia es la demanda total, que es de 61 548 toneladas en el escenario optimista y de 58 906 toneladas en el escenario pesimista para el año 8, entonces la producción de 1 050 toneladas representaría tan sólo 1.70% en el caso optimista y de 1.78% en el caso pesimista.

Conviene recordar que estas proyecciones se realizaron con una curva ajustada por regresión, entre la demanda como variable dependiente y el tiempo y la inflación como variables independientes.

El escenario pesimista es el que interesa para analizar el riesgo de mercado, ya que en el optimista el mercado no es preocupación para la nueva empresa. En el escenario pesimista, mientras más se incremente la inflación en el país, mayor será el descenso en la demanda de mermeladas de todo tipo. La certeza que se tiene de la reacción de la demanda respecto a una variación en la tasa de inflación tiene 95.78% de certeza, de acuerdo con el coeficiente de correlación obtenido en el ajuste estadístico de la regresión elaborada.

¿Cómo afectaría a las ventas del proyecto el que en el futuro se presentara un escenario pesimista en la economía del país? Con 95.78% de certeza se pronostica cómo se verán afectadas las ventas con un incremento de la inflación. Se sabe que las ventas disminuirán, pero ahora el problema consiste en determinar si al subir la inflación y disminuir las ventas, éstas podrían llegar a un nivel tal que se acerque o aun que se rebase el nivel mínimo de producción en que la empresa aún es rentable.

El nivel de rentabilidad mínima es de 780 toneladas anuales, como se muestra en el “Caso práctico”, página 246, que es aproximadamente 75% de la producción de un turno, lo cual significa que si se lleva esta medida a un turno, donde se producen 3.5 toneladas, significará que la venta de un día nunca deberá ser menor a 2.62 toneladas, porque cuando así sea, la empresa no estará ganando lo suficiente para ser rentable.

¿Cuál es la probabilidad de que al aumentar la inflación en la economía, las ventas de la empresa no sean superiores a 780 toneladas anuales o superiores a 2.62 toneladas diarias? Existen dos posibles respuestas, una hipotética y una práctica.

La hipotética se responde con base en el cálculo de proporciones. De las 61 548 toneladas que se venden en un escenario optimista con una inflación en la economía de 15.3% y de las 58 906 toneladas que se venden bajo un escenario pesimista con una inflación en la economía de 25%, se observa que la disminución de las ventas es de 4.3% al pasar de un nivel de inflación optimista a otro nivel de inflación pesimista (vea tabla 2.21). Si éste fuera el caso, la hipótesis sería que las ventas bajarían de 1 050 a 1 005 toneladas, lo cual no implicaría riesgo para la empresa. Se dice que en términos hipotéticos porque si la demanda nacional de mermeladas bajara 4.3%, cada una de las empresas productoras de mermeladas deberían bajar sus ventas 4.3% en promedio. Sin embargo, esto no es así.

Ante una baja nacional de venta de mermeladas, algunas empresas se harán más fuertes y otras probablemente no sobrevivirán. Esto fue lo que sucedió en 1995 en México. La teoría económica dice que cualquier crisis económica siempre tiene como resultado una concentración de capital. Las empresas que se van a la quiebra simplemente no saben manejar el *riesgo no sistemático* o *riesgo de mercado*. ¿Cómo se maneja ese riesgo?

De regreso al ejemplo. Hay un nivel de inflación tal que hará bajar las ventas de mermeladas lo suficiente para que, en hipótesis, la empresa bajo estudio tenga una disminución en sus ventas por debajo de su nivel mínimo de rentabilidad. Este nivel de inflación se puede calcular teóricamente. Cuando se realiza esta determinación, entonces se tiene una respuesta práctica a la pregunta hecha.

Suponga que la nueva empresa ha determinado que si en la economía llega a haber una inflación de 57% en un año, las ventas bajarán a tal grado que se verá en graves problemas de rentabilidad. Con ese conocimiento, lo que la empresa necesita hacer es administrar ese riesgo, que es justamente lo que hicieron las empresas que sobrevivieron en 1995 en México.

Administrar el *riesgo de mercado* significa tomar varias acciones preventivas ante la bancarrota. Por ejemplo, al ver que las ventas están bajando debido al mal estado de las condiciones del mercado, se contratan mejores vendedores, se lanza una campaña publicitaria especial, se incrementa la comisión por ventas para incentivar a los vendedores, o se hacen ofertas en la venta del producto, etc. Cualquier acción es válida con objeto de no ir a la bancarrota. Todas estas acciones son *administrativas* y no tecnológicas.

En resumen, se debe invertir en cualquier tipo de acciones administrativas, como las mencionadas, una cantidad de dinero tal que se iguale al exceso de rentabilidad que actualmente tiene la empresa. Por ejemplo, la empresa bajo estudio tiene un exceso sobre la rentabilidad mínima de \$2 214 000 al producir 1 050 toneladas por año. Esta cantidad es el *VPN* expresado en dinero y la rentabilidad mínima es cuando el *VPN* se hace cero. Entonces, cualquier acción administrativa que se tome para elevar las ventas no deberá rebasar esa cantidad a lo largo de cinco años.

La empresa debe realizar un esfuerzo económico para incentivar las ventas, pero este esfuerzo debe ser tal que no se vea dañada en su rentabilidad económica. Como se observa, todas estas determinaciones y acciones sólo se pueden realizar si se conoce a fondo la estructura tecnológica y de costos de la empresa. De otra forma esto es imposible. Desde luego, se supone que cualquier tipo de riesgo tecnológico ha sido superado, es decir, que los propietarios de la empresa han optimizado todos los recursos que emplean en la elaboración del producto.

Riesgo financiero

Financiar significa aportar dinero necesario para la creación de una empresa. Financian una nueva empresa o proyecto tanto los accionistas como una institución bancaria en caso de que aquéllos decidan solicitar un préstamo. El riesgo en este caso es evidente: una elevación de las tasas de interés del préstamo forzaría a la empresa a pagar intereses por arriba de la cantidad programada, lo cual puede, eventualmente, llevar a la empresa al riesgo de bancarrota. Éste también es un *riesgo no sistemático*, es decir, no puede ser previsto por la empresa, ya que depende de la estabilidad económica del país.

Otros riesgos financieros son la devaluación de la moneda local cuando la empresa necesita de alguna o algunas materias primas importadas. La devaluación de la moneda hará que repentinamente el costo de producción sea mayor sin que la empresa pueda evitar ese aumento. Una clase de riesgo financiero adicional también está relacionado con la devaluación de la moneda local, en caso de que la empresa tenga deudas en dólares o cualquier otra moneda fuerte ante la cual se devalúe su moneda.

Al menos en México, a partir del último trimestre de 1998, se abrió en la Bolsa de Valores el área de *derivados financieros*. Sin entrar en mucho detalle, debido a que el estudio de los instrumentos de *cobertura de riesgos financieros* pertenece a la ingeniería financiera, se dice que los *derivados financieros* tales como los *futuros*, las *opciones* y los *swaps*, son instrumentos creados desde la década de 1980 en Inglaterra y en Estados Unidos para cubrir los riesgos financieros mencionados.

El punto importante para prevenir y nulificar los efectos nocivos de cualquiera de los tres tipos de riesgos mencionados es la información macroeconómica y el que se puedan prever ciertos resultados o eventos en la economía de un país.

Por ejemplo, ¿cómo se puede anticipar una caída en las ventas?, ¿cómo se puede anticipar una subida en las tasas de interés o en la devaluación de la moneda local? Es posible pronosticarlo si se conocen las variables macroeconómicas que afectan las devaluaciones, la inflación y las tasas de interés.

Existen indicadores muy claros tales como el déficit de la cuenta corriente expresado como un porcentaje del PIB, la calidad y monto del ahorro interno y externo, expresado también como un porcentaje del PIB, la calidad de la inversión extranjera, es decir, si esta inversión es especulativa o es inversión de riesgo por parte de los extranjeros y la amortización de la deuda externa. La observación continua de estos indicadores muestra claramente signos de una economía fuerte, de la inminencia de una devaluación, del pronto aumento de las tasas de interés, etcétera.

Un riesgo de cualquier tipo no se cubre si la probabilidad de que suceda es muy baja. Cubrir o prevenir un riesgo siempre tiene un costo y aquí radica la importancia de su análisis y prevención. Éstos se deberán cubrir cuando es inevitable que sucedan y es posible detectar la inminencia de ciertos eventos en la economía de un país.

La recomendación parece evidente. Una empresa no se puede manejar exitosamente si se desconoce lo elemental de la propia empresa y del medio que la rodea. No es posible obtener utilidades aceptables si se desperdician recursos en la producción ni prevenir los riesgos si no se sabe que existen y menos se sabe cuáles son los indicadores detonantes de tales riesgos. El conocimiento y la preparación académica de los propietarios o administradores es fundamental para el éxito de los proyectos y de las empresas que ya están en funcionamiento.

Otros enfoques para el análisis del riesgo

Los investigadores financieros ya se dieron cuenta que medir el riesgo no es una tarea sencilla. El enfoque que aquí se describe no mide, sino califica el riesgo, y sólo da una idea apreciativa del mismo. En los mercados financieros este método se aplica sobre las acciones que emiten las empresas, pero en realidad es una medida indirecta del riesgo de la propia empresa emisora.

Existen varios requisitos para aplicar este método. Primero, la calificación del riesgo de una empresa sólo la puede realizar una empresa autorizada por la Comisión Nacional de Valores (CNV) en México y por la Securities and Exchange Commission (SEC) en Estados Unidos. Hasta 1992, en México, sólo existían cuatro firmas autorizadas que son: CAVAL, D y P, DICTA y CLASE. En Estados Unidos las principales firmas calificadoras de acciones son: Duff and Phelps, Fitch, Moody's y Standard and Poor's, de manera que para empezar, no es nada sencillo ser una firma calificadora de riesgo.

La filosofía de las empresas calificadoras es proporcionar a la comunidad inversionista una opción profesional y actualizada referente a la capacidad de pago oportuno de capital e intereses de instrumentos representativos de deuda en el mercado de valores. Se espera que las opiniones emitidas sean totalmente imparciales.

La calificación sólo es válida sobre una serie de acciones emitidas. Si hoy una empresa emite acciones, necesitará un estudio para calificar el riesgo de esas acciones, pero si emite nuevas acciones dentro de un año, requerirá de otro estudio para obtener otra calificación sobre las nuevas acciones. Además, hay calificaciones para instrumentos a corto, mediano y largo plazos.

Cada firma calificadora diseña sus propias claves de calificación autorizadas por la CNV, claves que sólo son válidas en México y no a nivel internacional. Por ejemplo, la firma consultora DICTA tiene las siguientes claves y apreciaciones del riesgo para la emisión, por parte de una empresa, de instrumentos a mediano y largo plazos: si la calificación es M1, la empresa emisora tiene nivel sobresaliente y riesgo prácticamente nulo; M2 nivel alto, poco riesgo; M3 nivel bueno, riesgo regular; M4 nivel razonable, riesgo un poco alto; M5, M6 y M7 califican a la empresa con solvencia insuficiente y el riesgo es muy alto.

Para emitir una calificación se analizan a fondo las perspectivas de venta de la empresa (pronóstico de mercado), la posición tecnológica y la eficiencia de los procesos productivos de la empresa (estudio técnico) y se realiza un profundo análisis de las ganancias y la rentabilidad futuras (análisis y evaluación económica proyectados). Un estudio de calificación del riesgo es muy costoso si se efectúa por este método.

Como riesgo y rendimiento están en una relación inversa, es interesante para el inversionista analizar el riesgo que tiene al comprar un instrumento de inversión con determinado rendimiento. Al estar calificados todos los instrumentos, es más fácil y más seguro hacer la selección correcta de riesgo-rendimiento que prefiera el inversionista.

El método en sí es bueno, ya que proporciona información del riesgo con base en una gran cantidad de datos de la propia empresa, pero tiene varias limitantes prácticas. Primero, el método sólo se utiliza para calificar empresas que emiten instrumentos de deuda y que cotizan tales instrumentos en la Bolsa de Valores, pues es un requisito legal para la emisión. Aunque el estudio es costoso, las empresas que cotizan en la Bolsa sí tienen suficientes recursos para pagarlo. La calificación tiene una vigencia limitada a prácticamente el momento de la emisión, lo cual significa que calificar el riesgo de una empresa, al menos una vez al año por este método, es aún más costoso. Todo esto limita el uso del método para la micro, pequeña y aun para la mediana empresa en México.

Existen grandes empresas en México y en otros países de Latinoamérica, que al no cotizar sus acciones en la bolsa, no tienen necesidad de obtener una calificación de su riesgo, por lo que probablemente nunca lo hayan medido. Esto lleva a la conclusión de que se requiere un método sencillo y barato que esté al alcance de casi cualquier empresa, incluyendo a las microempresas, que les permita medir su propio riesgo. Si no lo miden, nunca sabrán si su rentabilidad económica es adecuada para el riesgo que tiene la empresa.¹

¹ El contenido del ejemplo que aparece en este capítulo es producto del Proyecto de Investigación DEPI970185.

Caso práctico

Medidas de evaluación económica que eliminan del análisis el factor inflacionario

Esta primera demostración de cómo se deben manejar los métodos de evaluación económica es la base para abordar el problema de riesgo en los proyectos nuevos. Cuando en un proyecto se realiza el cálculo del valor presente neto (VPN) sin considerar inflación, y el resultado de la evaluación indica que el proyecto presenta rentabilidad económica, la primera pregunta de los promotores es: ¿cómo sería la rentabilidad del proyecto bajo condiciones imprevistas y cambiantes de inflación en la economía?

Ahora se realizarán una serie de demostraciones con cálculos de rentabilidad tomando los datos del caso práctico presentado. Sólo se practicarán determinaciones del VPN ya que, en cuanto al método, este cálculo presenta más consistencia que el cálculo de la TIR (tasa interna de rendimiento). Para tomar un punto de comparación inicialmente se calcula el VPN sin inflación con los datos siguientes:

- Inversión inicial (vea tabla 4.26) = \$5 935 (miles).
- Valor de salvamento (vea tabla 4.27) = \$3 129 (miles).
- TMAR sin inflación (vea página 197) = 15%.
- Inflación considerada (vea página 197) = 20% anual constante durante cada uno de los cinco años de análisis.
- Flujo neto de efectivo sin inflación (vea tabla 4.35) = \$1 967 (miles).

De hecho, se repetirán algunos cálculos hechos en la evaluación económica pero ahora, y con fines de demostración, se realizarán con mayor precisión. Los diagramas son los mismos, por lo que ya no se volverán a dibujar. El cálculo del VPN sin inflación y con producción constante es el siguiente:

$$VPN = -5\,935 + \frac{1\,967}{(1.15)^1} + \frac{1\,967}{(1.15)^2} + \frac{1\,967}{(1.15)^3} + \frac{1\,967}{(1.15)^4} + \frac{1\,967 + 3\,129}{(1.15)^5} = 2\,214.355083$$

Ahora se calculará el VPN para una inflación de 20% anual constante durante cada uno de los cinco años. Se modifica la TMAR y el VS (valor de salvamento), tal y como muestran los siguientes cálculos:²

$$VS = 3\,129 (1.2)^5 = \$7\,785.95328$$

$$TMAR_{f=20\%} = 0.15 + 0.2 + (0.15)(0.2) = 0.38$$

Por las razones señaladas en el punto subtítulo: "Cálculo de la TIR con producción constante y considerando inflación", del capítulo 5, se toman los valores de los FNE de la tabla 6.2:

Tabla 6.2

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	2 360.4	2 832.48	3 398.976	4 078.7712	4 894.52544

De nueva cuenta se aclara que la razón de tanta precisión en los cálculos es la demostración que se realizará. Se siguen expresando las cifras en miles, pero ahora de manera exacta. Con estos datos se calcula el VPN con un nivel de inflación de 20%, el resultado es exactamente el mismo que el VPN sin considerar inflación:

$$VPN = -5\,935 + \frac{2\,360.4}{(1.38)^1} + \frac{2\,832.48}{(1.38)^2} + \frac{3\,398.976}{(1.38)^3} + \frac{4\,078.7712}{(1.38)^4} + \frac{4\,894.52544 + 7\,785.95328}{(1.38)^5} = VPN = \$2\,214.355083$$

² Para una explicación completa del porqué se realizan los cálculos de esta forma, vea: Baca, Gabriel, *Fundamentos de ingeniería económica*, capítulo 3, 2a. ed., McGraw-Hill, 2010.

Ahora se calculará el VPN con una inflación anual mucho mayor, pero aún constante para cada año de 70% anual. Se modifican los cálculos de la TMAR, del VS y de los FNE:

$$TMAR_{f=70\%} = 0.15 + 0.7 + (0.15)(0.7) = 0.955$$

$$VS = 3\,129(1.7)^5 = \$44\,427.32553$$

Los FNE inflados se calculan ahora con base en el FNE del año cero, que es de \$1 967 y multiplicando cada cifra obtenida por $(1 + 0.7) = 1.7$ (tabla 6.3).

Tabla 6.3

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	3 343.9	5 684.63	9 663.871	16 428.5807	27 928.58719

El cálculo del VPN ahora es:

$$\begin{aligned} VPN = & -5\,935 + \frac{3\,343.9}{(1.955)^1} + \frac{5\,684.63}{(1.955)^2} + \frac{9\,663.871}{(1.955)^3} + \frac{16\,428.5807}{(1.955)^4} \\ & + \frac{27\,928.58719 + 44\,427.32553}{(1.955)^5} = \$2\,214.355083 \end{aligned}$$

Como se observa, el resultado numérico es idéntico a los dos resultados previos. Ahora, para obtener un resultado un poco más cercano a la realidad, se propondrá una tasa de inflación variable cada año. Las tasas consideradas serán: $f_1 = 25\%$; $f_2 = 38\%$; $f_3 = 65\%$; $f_4 = 12\%$ y $f_5 = 18\%$. Estas cifras no obedecen a algún pronóstico especial. Ahora no se puede obtener una TMAR igual para todos los años, ya que la inflación es distinta para cada año. El VS y los FNE se modifican de la siguiente forma:

$$VS = 3\,129(1.25)(1.38)(1.65)(1.12)(1.18) = \$11\,770.05892$$

Los FNE son los que se muestran en la tabla 6.4.

Tabla 6.4

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	2 458.75	3 393.075	5 598.57375	6 270.4026	7 399.075068

El cálculo del VPN es:

$$\begin{aligned} VPN = & -5\,935 + \frac{2\,458.75}{(1.25)(1.15)^1} + \frac{3\,393.075}{(1.25)(1.38)(1.15)^2} + \frac{5\,298.5735}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.15)^3} \\ & + \frac{6\,270.4026}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.12)(1.15)^4} + \frac{7\,399.075068 + 11\,770.05892}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.65)(1.12)(1.18)(1.15)^5} \\ = & \$2\,214.355083 \end{aligned}$$

El resultado volvió a ser idéntico, pero esto no es simple manipulación de datos. En realidad, cuando se calculó, por ejemplo $(1.38)^4 = 3.62673936$, al descomponer el exponente en las dos tasas de interés que contiene, que son 15 y 20% se puede observar que:

$$(1.38)^4 = (1.2)(1.2)(1.2)(1.2)(1.15)(1.15)(1.15)(1.15) = (1.2)^4(1.15)^4 = 3.62673936$$

¿Qué conclusiones se obtienen de estos cálculos?

El análisis demuestra que se pueden tomar decisiones de inversión independientes del nivel inflacionario que se presente en el futuro. Al promotor del proyecto le interesa ver el comportamiento de la rentabilidad económica bajo condiciones de inflación, pues erróneamente cree que la inflación va a alterar los resultados de la rentabilidad.

Los métodos de análisis de rentabilidad son válidos bajo cualquier ambiente inflacionario; éste afecta el poder adquisitivo de los consumidores, lo que a su vez provoca una disminución de las ventas,

por lo tanto, lo que se debe analizar es la sensibilidad que tienen las ventas a cambios en la inflación o a cambios a cualquier otra variable macroeconómica.

Si se observan los resultados obtenidos en las determinaciones previas éstos se deben básicamente a que el nivel de ventas siempre se mantuvo constante. Las cifras aparecen distorsionadas por la inflación, pero no porque las ventas hayan subido o bajado por causa de fluctuaciones en la primera. Esto conduce a avanzar un poco en el análisis del riesgo de la inversión, ahora el siguiente paso es determinar el nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable.

■ ■ ■ Nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable. Riesgo tecnológico

La demostración realizada en el apartado anterior sobre el hecho de que la inflación puede ser eliminada de la evaluación económica, capacita a quien toma decisiones a simplificar su trabajo. Ahora sabe que cualquier cálculo que haga sobre la rentabilidad económica sin considerar inflación tiene validez suficiente como para tomar decisiones acertadas.

El análisis de riesgo de un proyecto se refiere a la posibilidad de que la empresa, una vez instalada, vaya a la bancarrota en poco tiempo. Sin embargo, existen varios tipos de riesgo para la empresa, los principales son: *riesgo tecnológico*, *riesgo de mercado* y *riesgo financiero*. El *riesgo tecnológico* se tratará en este punto.

Se refiere al caso en que una empresa pueda irse a la quiebra debido a que la tecnología de producción que posee se esté empleando de manera deficiente. Dentro de estas anomalías se encuentran todo tipo de suboptimizaciones. Por ejemplo, que el equipo costoso, al cual se le llamó *equipo clave* en el estudio técnico, se esté subutilizando, lo cual provocaría tener una inversión alta sin aprovechar; una deficiente optimización de recursos también se presenta en mano de obra excesiva, un alto porcentaje de mermas o desperdicios en el proceso de producción, tener equipos como la caldera, compresores, líneas de alta tensión, etc., conectadas o en funcionamiento sin un uso para el proceso productivo, y otras.

El *riesgo tecnológico* se cuantifica al variar el nivel de producción y observar el comportamiento de la rentabilidad de la inversión. Esta determinación se efectúa sin considerar la inflación, de acuerdo con lo demostrado en el apartado anterior y a lo comentado en el primer párrafo de este apartado.

Para calcular este riesgo se debe construir una gráfica que muestre cómo varía la rentabilidad de acuerdo con cambios en el nivel de producción. Se debe trazar una recta de la cual ya se tienen dos puntos. El primero de ellos se calculó en el apartado "Caso práctico" del capítulo 5, donde se muestra la rentabilidad de la empresa al trabajar un solo turno de producción, elaborando 1 050 toneladas anuales constantes cada año durante cinco años, y considerando que se tiene una *TMAR* de 15%, la rentabilidad económica resultó ser:

$$VPN = \$2\,214 \quad \text{y} \quad TIR = 27.67\%$$

El siguiente punto se tiene casi calculado en el apartado de la página 230, y se dice que se tiene casi calculado porque en la tabla 5.3, en la tercera columna, se observa cuál es el flujo neto de efectivo que se tendría si se producen 2 100 toneladas por año. Ahora el cálculo es para determinar el *VPN* y la *TIR* si se producen 2 100 toneladas cada año durante cinco años. Recuerde que el cálculo es sin inflación:

$$VPN = -5\,935 + \frac{4\,531}{(1.15)^1} + \frac{4\,531}{(1.15)^2} + \frac{4\,531}{(1.15)^3} + \frac{4\,531}{(1.15)^4} + \frac{4\,531 + 3\,129}{(1.15)^5} = \$10\,809$$

El tercer punto de la recta se determina siguiendo exactamente el mismo procedimiento mostrado en el "Caso práctico" del capítulo 5, pero ahora bajo la suposición de que la nueva empresa va a laborar tres turnos de producción durante 300 días al año. Se deberá calcular nuevamente un estado de resultados con el nuevo nivel de producción. Así como trabajar dos turnos no duplica exactamente los flujos netos de efectivo, tampoco trabajar tres turnos triplicará los flujos netos de un solo turno.

Realizar con precisión el cálculo de los costos para tres turnos de trabajo es muy discutible. La mayoría de los costos relacionados directamente con producción, y algunos de ventas como la comisión pagada, el combustible y mantenimiento de vehículos de reparto, etc., sí varían directamente con la cantidad de producto producida y vendida, pero muchos otros costos no mantienen esta relación directa. También hay que considerar que es casi imposible que si en un turno se logran producir 3.5 toneladas en siete lotes de producción, en tres turnos se lleguen a producir 10.5 toneladas en 21 lotes de producción,

aunque es más probable que dos turnos sí dupliquen exactamente la producción de un turno. La razón es sencilla: los cambios de turno consumen tiempo, además, cualquier contrat tiempo que se genere en un turno afectará la producción de los otros disminuyendo el tiempo efectivo disponible para la producción, el mantenimiento del equipo se incrementará, etc. Por lo tanto, se puede suponer que la producción de un turno se triplicará trabajando tres turnos, pero en la práctica se sabe que la cantidad real disminuirá un poco, debido a los imprevistos no contemplados.

Sin embargo, estas suposiciones no afectan el análisis que se quiere realizar, ya que el punto focal del análisis se centra en la producción mínima que genera rentabilidad económica y esta cantidad de producción es un poco menor a la producida en un solo turno de trabajo.

Al realizar consideraciones similares a las hechas en el "Caso práctico" del capítulo 5, en la tabla 6.5 se construye el siguiente estado de resultados (en miles) para una producción de 3 150 toneladas anuales.

Con estos datos se calculan el VPN y la TIR, considerando que la inversión no varía, ya que el incremento de producción se debe exclusivamente al incremento de turnos de trabajo:

$$VPN = -5\,935 + \frac{6\,143}{(1.15)^1} + \frac{6\,143}{(1.15)^2} + \frac{6\,143}{(1.15)^3} + \frac{6\,143}{(1.15)^4} + \frac{6\,143 + 3\,129}{(1.15)^5} = \$16\,213$$

Con las tres determinaciones que ya se tienen en tres diferentes niveles de producción, se obtiene la tabla 6.6.

Con esta tabla se puede construir la figura 6.1, en la cual se observan varios aspectos que ejemplifican el riesgo tecnológico. Primero, se grafica el VPN o la TIR contra la capacidad instalada y utilizada. La línea gruesa es la línea de riesgo tecnológico del proyecto bajo estudio. El cruce de esta línea con la de rentabilidad mínima, que es cuando el VPN se hace cero, indica que la empresa tendría que producir aproximadamente unas 780 toneladas anuales para obtener al menos 15% de rentabilidad, es decir, necesita trabajar menos de un turno para aún ser rentable, lo cual la cataloga como de *riesgo tecnológico bajo*. La línea no es recta por las razones ya expuestas. No hay que confundir este resultado con el obtenido en el punto de equilibrio, donde se dijo que el nivel de producción donde los ingresos y los costos se igualan es aproximadamente de 500 toneladas anuales, pero la igualación de costos totales con ingresos no significa que exista rentabilidad económica.

Se dibujó, a manera de comparación, una línea entrecortada para ilustrar cómo se vería una gráfica de riesgo tecnológico alto. Observe que si una empresa tuviera una línea como la entrecortada en la figura 6.1, tendría que trabajar necesariamente poco más de dos turnos diarios, para apenas obtener el mínimo de rentabilidad económica. La pendiente de esta hipotética empresa es mucho más pronunciada que la otra, lo cual significa que si deja de producir una pequeña cantidad o suspende su producción por un breve lapso, su rentabilidad disminuye muy rápido y esto, traducido a un lenguaje de producción, significa dejar ociosos recursos que son muy caros para la empresa, por ejemplo, que en la producción se contrate mano de obra muy especializada y cara, y que no tenga mucho trabajo por hacer, o que se rente equipo muy caro que no se utilice porque no hay ventas, etcétera.

Como se podrá observar, la forma en que se emplea la tecnología de producción está directamente relacionada con la rentabilidad de una empresa y ésta es la razón por la cual se dice que existe un *riesgo tecnológico*, el cual es posible medir por el método mostrado.

Tabla 6.5

Años	1 a 5
+ Ingresos	\$79 506
- Costos totales	68 752
= Utilidad antes de impuestos	10 754
- Impuestos 47%	5 054
= Utilidad después de impuestos	5 700
+ Depreciación	443
= Flujo neto de efectivo	\$6 143

Tabla 6.6

Turnos	Producción (toneladas)	VPN	TIR %
1	1 050	\$2 214	27.67
2	2 100	10 809	74.00
3	3 150	16 213	102.00

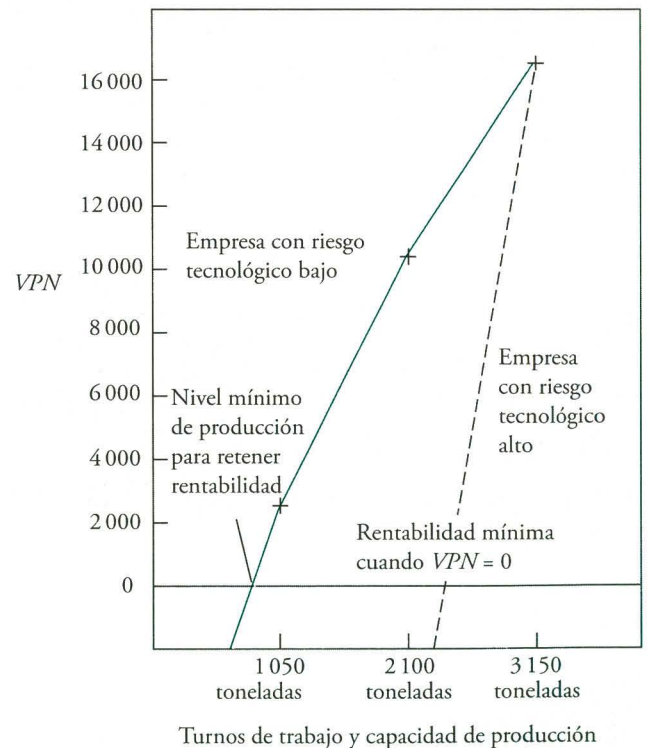


Figura 6.1

Preguntas y problemas

1. Suponga que la relación entre la TIR y el nivel productivo no es lineal. ¿Cómo afectaría esto la determinación de riesgo?
2. ¿Cómo supone que debe incluirse en este tipo de análisis de riesgo el factor de la paridad peso-dólar, ya que definitivamente influye sobre la rentabilidad de una empresa?
3. ¿Cuál considera que es un margen adecuado entre la TIR y la $TMAR$, para que una inversión pueda ser debidamente administrada contra el riesgo? ¿Por qué?
4. Para una empresa que cotiza en la Bolsa de Valores, ¿considera que un análisis de este tipo sería útil para administrar el riesgo de que cayeran sus acciones en la Bolsa? Explique la respuesta.
5. ¿Considera que en inversiones públicas podría realizarse este tipo de análisis? Explique la respuesta.
6. ¿Qué puede implicar, respecto al riesgo, el hecho de aceptar un proyecto cuando $TMAR = TIR$?
7. ¿Qué pasaría con la rentabilidad de una inversión si el premio al riesgo se mantiene constante, a cualquier nivel inflacionario? Explique la respuesta.
8. Dentro de todo el ejemplo mostrado a lo largo del texto, identifique:
 - a) Al menos un riesgo de mercado.
 - b) Al menos un riesgo tecnológico.
 - c) Al menos un riesgo en la determinación de costos.

Bibliografía

- Baca, G., *Fundamentos de ingeniería económica*, 6a. ed., Ed. McGraw-Hill, México, 2014.
- Blank, L., Tarquin, A., *Ingeniería económica*, 6a. ed., Ed. McGraw-Hill, México, 2010.
- De Lara, A., *Medición y control de riesgos financieros*, 3a. ed., Ed. Limusa, México, 2008.
- Newnan, D. Lavelle, J. Eschenbach, G., *Engineering Economics Analysis*, 12a. ed., Ed. Oxford University Press, EUA, 2011.
- Sullivan, J. Bontadelli, N., *Engineering Economics*, 11a. ed., Ed. Prentice Hall, EUA, 2000.