



CAPÍTULO 5

Evaluación económica

Objetivo general

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno aplicará las técnicas de evaluación económica y financiera usadas en los estudios de factibilidad de proyectos de inversión.

Objetivos específicos

- Definir** los conceptos de *VPN* y *TIR*.
- Explicar** en qué se sustentan y cuáles son los supuestos de los métodos *VPN* y *TIR*.
- Exponer** la deficiencia del método de la *TIR*.
- Mencionar** los cuatro tipos principales de tasas financieras.
- Señalar** la deficiencia del método que tiene la aplicación de las tasas financieras de rentabilidad.
- Exponer** en qué consiste el análisis de sensibilidad.
- Citar** otros dos métodos de evaluación económica que tienen en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.
- Mencionar** los criterios de aceptación y rechazo de inversiones aplicables cuando se utilizan los métodos de *VPN* y *TIR* para evaluación.

Enfoque en competencias

Análisis e interpretación de datos duros, visión estratégica y uso de las TIC

Esta parte de la metodología de evaluación de proyectos calcula la rentabilidad de la inversión en términos de los dos índices más utilizados, que son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR). La aplicación de estos conceptos requiere de varias competencias. Como se explica más adelante. Primero requiere de análisis e interpretación de datos duros, visión estratégica y uso de las TIC (tecnologías de información y comunicación).

Todas las cifras monetarias que se obtuvieron en el análisis o estudio económico del proyecto, ahora se deben transformar a un índice de rentabilidad económica. Las cifras para calcular estos índices de rentabilidad son la inversión inicial (sólo en activo fijo y diferido), la depreciación, los flujos netos de efectivo y algunos datos del financiamiento.

Aquí hay un concepto muy importante, el cambio del valor del dinero a través del tiempo, que significa que \$1 000 el día de hoy, no tienen el mismo poder adquisitivo que \$1 000 dentro de un año, por lo tanto, los \$1 000 cambiaron de valor con el paso del tiempo. Como las ganancias de toda inversión se obtienen a través de los años, para tener una idea real de las ganancias se recurre a este concepto, que se utiliza en el cálculo del VPN y la TIR. Hay un fenómeno económico adicional que se debe considerar en esta parte del estudio, la inflación; el efecto del aumento de precios en una economía también debe incluirse en el cálculo de los índices de rentabilidad.

Por lo tanto, se tienen tres elementos fundamentales que se deben considerar: el cambio del valor del dinero a través del tiempo, la inflación y la tasa de interés de los financiamientos que la empresa haya solicitado, la cual también estará influida por la inflación. Por esta razón, la primera competencia que debe tenerse en este capítulo es la capacidad de análisis de datos duros. Por supuesto, cualquier error en la selección de los datos o una mala interpretación de los mismos conducirá a resultados no válidos.

El cálculo de la rentabilidad económica de la inversión en un proyecto es vital para realizar o rechazar la inversión. Suponga que después de haber realizado correctamente la determinación de la TIR para un periodo de 6 años, ésta resulta con un valor de 68% anual, lo cual significa una ganancia anual después de impuestos de 68% sobre la inversión realizada, siempre que la instalación y operación del proyecto sea acorde con las pautas marcadas por todo el estudio. Los promotores del proyecto consideran que la ganancia es bastante

aceptable, pero piensan seriamente en disminuir un poco el precio del producto, a fin de que la penetración en el mercado sea más fácil al adoptar una estrategia de ofrecer un precio menor al de toda la competencia. La baja en el precio de venta del producto haría disminuir los ingresos, lo que a su vez repercute negativamente en las ganancias netas después de impuestos lo que, finalmente, haría disminuir la rentabilidad anual. Los promotores buscan un margen de disminución en el precio del producto suficiente para no disminuir mucho el valor de la TIR, así como para contar con una mejor estrategia de precio para ganar mercado con mayor facilidad.

Para tomar la decisión correcta se requiere de otra competencia, la visión estratégica. Es común que los proyectos de inversión no se acepten en los términos exactos que dictan los resultados de todas las partes del estudio. Siempre hay un ajuste final, que puede responder a la visión estratégica, para la cual no hay técnicas cuantitativas ni recetas establecidas. Sólo la visión estratégica de los promotores del proyecto decidirá el rumbo definitivo que seguirá la instrumentación del proyecto y esta visión, como todas las competencias superiores, se adquiere con la experiencia y, desde luego, con muchos conocimientos teóricos.

Respecto de la competencia sobre el uso de las TIC, el estudiante debe ya saber que Excel tiene una sección financiera donde se puede calcular el VPN y la TIR tan fácilmente como hacer cualquier operación aritmética. Sin embargo, el uso de Excel tiene el mismo riesgo que cuando se utiliza mecánicamente una herramienta, sin conocer su fundamento. En ejemplos académicos del uso de Excel para cálculos de VPN y TIR todo parece muy sencillo y, de hecho, así es, pero no todas las cifras que arrojan los proyectos de inversión para estos cálculos son tan sencillos como un ejemplo académico, por lo que el dominio de los conceptos que subyacen a estos cálculos es fundamental para utilizar Excel con éxito. Si el estudiante no cuenta con una computadora (ordenador) para hacer estos cálculos, existen diversas calculadoras financieras de bolsillo que tienen un software muy sencillo para que, al igual que en una computadora, sólo se ingresen los datos necesarios para obtener el resultado de manera muy precisa con oprimir una tecla. En caso de que el estudiante posea una calculadora científica manual de bolsillo, el cálculo del VPN y la TIR se hace un poco más tedioso, pero ahí es donde verdaderamente se aprende a calcular y se aplican los conceptos básicos.

Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, hasta este punto se sabrá que existe un mercado potencial atractivo; se habrá determinado un lugar óptimo y el tamaño más adecuado para el proyecto, de acuerdo con las restricciones del medio; se conocerá y dominará el proceso de producción, así como todos los costos en que se incurrirá en la etapa productiva; además, se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, a pesar de conocer incluso las utilidades probables del proyecto durante los primeros cinco años de operación, aún no se habrá demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable.

En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente. Esto implica que el método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo. En este capítulo se analizarán las ventajas y desventajas de los métodos de análisis que toman en cuenta este hecho.

Antes de presentar los métodos se describirá brevemente cuál es la base de su funcionamiento. Suponga que se deposita una cantidad P en un banco, en la misma forma que se invierte cierta cantidad de dinero en una empresa. La cantidad se denota con la letra P , primera letra de la palabra presente, con lo que se evidencia que es la cantidad que se deposita al iniciar el periodo de estudio o tiempo cero (t_0). Esta cantidad, después de cierto tiempo de estar depositada en el banco o invertida en una empresa, deberá generar una ganancia a cierto porcentaje de la inversión inicial P . Si de momento se le llama i a esa tasa de ganancia y n al número de periodos en que ese dinero gana la tasa de interés i , n sería entonces el número de periodos capitalizables. Con estos datos, la forma en que crecería el dinero depositado en un banco, *sin retirar los intereses o ganancias generados*, sería:

En el primer periodo de capitalización ($n = 1$), generalmente un año, denominado F (futuro) a la cantidad acumulada en ese futuro:

$$F_1 = P + Pi = P(1 + i) = P(1 + i)^1 \quad (5.1)$$

en el periodo $n = 2$, la cantidad acumulada hacia el fin de año sin retirar la primera ganancia Pi sería la cantidad acumulada en el primer periodo ($P + Pi$), más esa misma cantidad multiplicada por el interés que se gana por periodo:

$$\begin{aligned} F_2 &= P + Pi + (P + Pi)i = P + Pi + Pi + Pi^2 = P(1 + 2i + i^2) \\ &= F_1 + P(1 + i)^2 \end{aligned} \quad (5.2)$$

Siguiendo el mismo razonamiento para encontrar F_1 y F_2 (sin que se hayan retirado los intereses), la cantidad acumulada en un futuro después de n periodos de capitalización, se expresa:

$$F_n = P(1 + i)^n \quad (5.3)$$

Esto introduce el concepto de equivalencia. Si se pregunta a cuánto equivaldrán \$1 000 de hoy dentro de un año, es correcto suponer que con base en la fórmula 5.3 para calcular cantidades equivalentes del presente al futuro, y sabiendo que $P = 1 000$ (cantidad en tiempo presente) y $n = 1$, la cantidad equivalente de \$1 000 dentro de un año dependerá exclusivamente de la i o la tasa de interés que se aplique. Tome una tasa de referencia, por ejemplo la tasa inflacionaria. En México, hacia 2008, esta tasa fue cercana a 5% ($i = 0.05$), entonces:

$$F_1 = 1 000 (1 + 0.05)^1 = 1 050$$

Esto significa que si la tasa inflacionaria en un año es de 5%, es exactamente lo mismo tener \$1 000 al principio de un año que \$1 050 al final de él. Si se compra un artículo al principio del año (por ejemplo, un libro) por \$1 000, al final de ese año sólo se podrá adquirir el mismo libro si se tiene \$1 050. Así, pues, las comparaciones de dinero en el tiempo deben hacerse en términos del valor adquisitivo real o de su equivalencia en distintos periodos, no con base en su valor nominal.

Suponga otro ejemplo. Una persona pide prestados \$1 000 y ofrece pagar \$1 050 dentro de un año. Si se sabe que la tasa de inflación en el próximo año será de 5% y se despeja P de la fórmula 5.3:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = \frac{1\,050}{(1.05)^1} = 1\,000$$

El resultado indica que si se acepta hacer el préstamo en esas condiciones, no se estará ganando nada sobre el valor real del dinero, ya que sólo será reintegrada una cantidad exactamente equivalente al dinero prestado. Por lo anterior se concluye que siempre que se hagan comparaciones de dinero a través del tiempo deben hacerse en un solo instante, usualmente el tiempo cero o presente, y siempre deberá tomarse en cuenta una tasa de interés, pues ésta modifica el valor del dinero conforme transcurre el tiempo.

valor presente neto (VPN)

es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial

Valor presente neto (VPN). Ventajas y desventajas

Ahora será explicada claramente la definición. En la sección “Estado de resultados proforma” de la página 190 se presentó el estado de resultados y se dijo que su mayor utilidad es que permite obtener los flujos netos de efectivo (FNE), y que éstos sirven para realizar la evaluación económica.

Si se quieren representar los FNE por medio de un diagrama, siga este procedimiento: para el estudio tome un horizonte de tiempo de, por ejemplo, cinco años. Trace una línea horizontal y divídala en cinco partes iguales, que representan cada uno de los años. A la extrema izquierda coloque el momento en el que se origina el proyecto o tiempo cero. Represente los flujos positivos o ganancias anuales de la empresa con una flecha hacia arriba, y los desembolsos o flujos negativos con una flecha hacia abajo. En este caso, el único desembolso es la inversión inicial en el tiempo cero, aunque podría darse el caso de que en determinado año hubiera una pérdida (en vez de ganancia), y entonces aparecería en el diagrama de flujo una flecha hacia abajo (vea figura 5.1).

Cuando se hacen cálculos de pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro, se utiliza una i de interés o de crecimiento del dinero; pero cuando se quieren pasar cantidades futuras al presente, como en este caso, se usa una *tasa de descuento*, llamada así porque descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, y a los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados.

valor presente neto

sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero

La definición del **valor presente neto** ya tiene sentido. Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. Es claro que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual dará por resultado que el VPN sea mayor que cero. Para calcular el VPN se utiliza el costo de capital o $TMAR$ (vea sección “Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento” de la página 191).

Si la tasa de descuento o costo de capital, $TMAR$, aplicada en el cálculo del VPN fuera la tasa inflacionaria promedio pronosticada para los próximos cinco años, las ganancias de la empresa sólo servirían para mantener el valor adquisitivo real que tenía el dinero en el año cero, siempre y cuando se reinvirtieran todas las ganancias. Con un $VPN = 0$ no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si el costo de capital o $TMAR$ es igual al promedio de la inflación en ese periodo. Pero aunque $VPN = 0$, habrá un aumento en el patrimonio de la empresa si la $TMAR$ aplicada para calcularlo es superior a la tasa inflacionaria promedio de ese periodo.

Por otro lado, si el resultado es $VPN > 0$, sin importar cuánto supere a cero ese valor, esto sólo implica una ganancia extra después de ganar la $TMAR$ aplicada a lo largo del periodo considerado. Esto explica la gran importancia que tiene seleccionar una $TMAR$ adecuada.

La ecuación para calcular el VPN para el periodo de cinco años es:

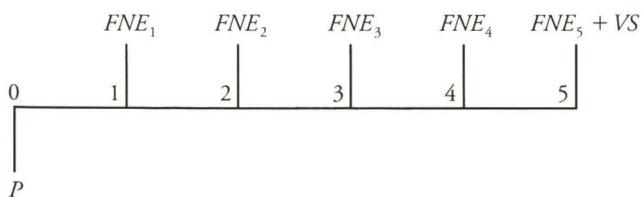


Figura 5.1 Diagrama de flujo de efectivo.

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.4)$$

Como se observa en la fórmula 5.4, el valor del VPN es inversamente proporcional al valor de la i aplicada, de modo que como la i aplicada es la $TMAR$, en caso de que se pida un gran rendimiento a la inversión (es decir, si la tasa mínima aceptable es muy alta), el VPN fácilmente se vuelve negativo, y en ese caso se rechazaría el proyecto. La relación entre el VPN y la i puede representarse gráficamente como se muestra en la figura 5.2.

En la ecuación 5.4 y en la figura 5.2 se observa que al ir aumentando la $TMAR$ aplicada en el cálculo del VPN , éste disminuye hasta volverse cero y negativo.

Como conclusiones generales acerca del uso del VPN como método de análisis es posible enunciar lo siguiente:

- Se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios.
- Supone una reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de las empresas.
- Su valor depende exclusivamente de la i aplicada. Como esta i es la $TMAR$, su valor lo determina el evaluador.
- Los criterios de evaluación son: si $VPN \geq 0$, acepte la inversión; si $VPN < 0$, recházela.

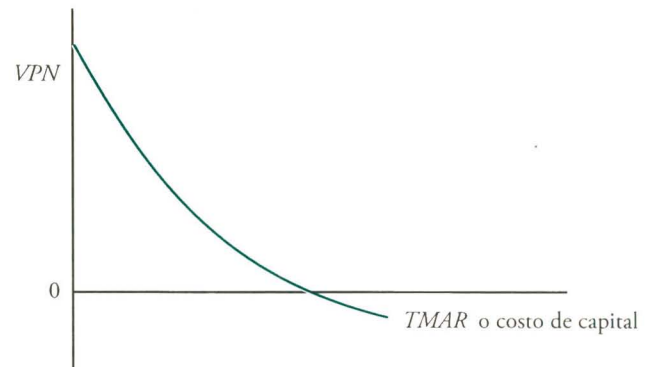


Figura 5.2 Gráfica de VPN vs. i .

Tasa interna de rendimiento (TIR). Ventajas y desventajas

Para explicar las definiciones observe la ecuación 5.4 y la figura 5.2. En la sección anterior se mencionó que si se hace crecer la $TMAR$ aplicada en el cálculo del VPN (ecuación 5.4), este último llegaría a adoptar un valor de cero. También se mencionó que si el VPN es positivo, significa que se obtienen ganancias a lo largo de los cinco años de estudio por un monto igual a la $TMAR$ aplicada más el valor del VPN . Es claro que si el $VPN = 0$ sólo se estará ganando la tasa de descuento aplicada, o sea la $TMAR$, y un proyecto debería aceptarse con este criterio, ya que se está ganando lo mínimo fijado como rendimiento.

De acuerdo con la segunda definición se puede reescribir la ecuación 5.4 como sigue:

$$P = -\frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.5)$$

Por supuesto, no se trata sólo de escribir en otra forma una ecuación. Suponga que con una $TMAR$ previamente fijada, por ejemplo, de 90%, se calcula el VPN y éste arroja un valor positivo: 10 millones. Con este dato se acepta el proyecto, pero ahora interesa conocer cuál es el valor real del rendimiento del dinero en esa inversión. Para saber lo anterior se usa la ecuación 5.5 y se deja como incógnita la i . Se determina por medio de tanteos (prueba y error), hasta que la i iguale la suma de los flujos descontados a la inversión inicial P ; es decir, se hace variar la i de la ecuación 5.5 hasta que satisfaga la igualdad de ésta. Tal denominación permitirá conocer el rendimiento real de esa inversión.

Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Si existe una tasa interna de rendimiento se puede preguntar si también existe una externa. La respuesta es sí, y esto se debe al supuesto, que es falso, de que todas las ganancias se reinvierten. Esto no es posible, pues hay un factor limitante físico del tamaño de la empresa. La reinversión total implica un crecimiento año con año en forma indefinida, tanto de la producción como de la planta, lo cual es imposible. Precisamente, cuando una empresa ha alcanzado la saturación física de

tasa interna de rendimiento

es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

su espacio disponible, o cuando sus equipos trabajan a toda su capacidad, la empresa ya no puede invertir internamente y empieza a hacerlo en alternativas externas como la adquisición de valores o acciones de otras empresas, la creación de otras empresas o sucursales, la adquisición de bienes raíces, o cualquier otro tipo de inversión externa. Al grado o nivel de crecimiento de esa inversión externa se le llama tasa externa de rendimiento, pero no es relevante para la evaluación de proyectos, sobre todo porque es imposible predecir dónde se invertirán las ganancias futuras de la empresa en alternativas externas a ella.

Con el criterio de aceptación que emplea el método de la *TIR*: si ésta es mayor que la *TMAR*, acepte la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

El método de la *TIR* tiene una desventaja en su método. Cuando los *FNE* son diferentes cada año, el único método de cálculo es el uso de la ecuación 5.5, la cual es un polinomio de grado 5. La obtención de las raíces de este polinomio (solución de la ecuación para obtener *i*) está regida por la ley de los signos de Descartes, la cual dice que “el número de raíces reales positivas (valores de *i* en el caso de la *TIR*) no debe exceder el número de cambios de signo en la serie de coeficientes $P(FNE_0), FNE_1, FNE_2, \dots, FNE_n$ ”. Esto implica necesariamente que el número de cambios de signo es, por fuerza, un límite superior para el número de valores de *i*. Por un lado, si no hay cambios de signo, no es posible encontrar una *i*, y esto indicaría que existen ganancias sin haber inversión. Cuando hay un solo cambio de signo existe sólo una raíz de *i*, lo que equivale, según la figura 5.1, a que hay una inversión (signo negativo) y cinco coeficientes (*FNE*) con signo positivo (ganancias); en esta forma se encuentra un solo valor de la *TIR*. Pero cuando existen dos cambios de signo en los coeficientes, se pueden encontrar dos raíces de *i*. Esto equivale a que existe una inversión inicial (primer cambio de signo) y en cualquiera de los años de operación de la empresa existe una pérdida, lo cual provocaría que su *FNE* apareciera como negativo y provocara un segundo cambio de signo en el polinomio y esto, a su vez, ocasionaría la obtención de dos *TIR*, lo cual no tiene significado económico.

En la operación práctica de una empresa se da el caso de que exista una pérdida en determinado periodo. En esta situación se recomienda no usar la *TIR* como método de evaluación, en cambio se puede usar el *VPN* que no presenta esta desventaja.

TIR múltiples en un proyecto de inversión

El cálculo de una *TIR* en la evaluación económica de cualquier proyecto de inversión, en realidad implica la obtención de una o varias raíces reales positivas en un polinomio de grado *n*. En la fórmula para el cálculo del *VPN* se tiene:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

La obtención de la raíz de un polinomio de grado *n* se rige por la regla de los signos de Descartes que dice:

Un polinomio de grado n puede tener tantas raíces como cambios de signos tenga el polinomio.

Una definición de *TIR* (tasa interna de rendimiento) es:

La TIR es la i que hace el VPN = 0.

De la ecuación del cálculo del *VPN*, basta con igualar su valor a cero de la siguiente forma:

$$0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Si se conoce *P*, la inversión inicial, y los *FNE*, los flujos netos de efectivo, o ganancia neta anual después de impuestos, en la ecuación anterior, la única incógnita es la *i*, la cual se calcula por prueba y error, hasta que el lado derecho de la ecuación se haga cero. Algebraicamente es la obtención de la raíz de ese polinomio, es decir, cuando el lado derecho del polinomio se hace cero se obtiene la raíz de ese polinomio, lo cual se interpreta como la *TIR* en un proyecto de inversión.

Lo que debe quedar claro es que “*puede tener tantas raíces como cambios de signo tenga el polinomio*”. Un cambio de signo significa simplemente eso, cambiar de signo, esto es, pasar de negativo a positivo o de positivo a negativo, pero observe que la definición dice: “*puede tener tantas raíces como cambios de signo*”, lo cual indica que aunque tenga solo un cambio de signo, como es el caso mostrado, no necesariamente tiene una raíz.

En la ecuación mostrada, sólo existe un cambio de signo, de negativo a positivo, lo cual indica que ese polinomio “*puede tener hasta una raíz*”, es decir, puede tener hasta una *TIR*, pero no necesariamente va a tener una *TIR* (una raíz real positiva). Por ejemplo, si se tiene:

$$0 = -5\,925.4 + \frac{11\,416}{(1+i)^1} + \frac{11\,987}{(1+i)^2} + \frac{12\,586}{(1+i)^3} + \frac{13\,215}{(1+i)^4} + \frac{13\,876 + 4\,116}{(1+i)^5}$$

La *i* que hace la ecuación igual a cero es 197.17% (1.9717), la cual se interpreta como la *TIR* del proyecto, pero si en esa misma ecuación se modifica la inversión de la siguiente forma:

$$0 = -69\,200 + \frac{11\,416}{(1+i)^1} + \frac{11\,987}{(1+i)^2} + \frac{12\,586}{(1+i)^3} + \frac{13\,215}{(1+i)^4} + \frac{13\,876 + 4\,116}{(1+i)^5}$$

A pesar de que tiene un solo cambio de signo, no tiene una raíz real positiva, es decir, no tiene una *TIR*, lo cual en términos económicos se interpreta en el sentido de que hubo una inversión de \$69 200, y habrá ganancias, pero éstas no serán suficientes para siquiera recuperar la inversión en cinco años.

Si en un proyecto de inversión se prevé que durante el tercer año de operación se realizará una inversión muy elevada, que sobrepase las ganancias que pudiera haber en ese año, por ejemplo, se invierten \$14 800 en ese año entonces se generaría un signo negativo adicional en la ecuación, de la siguiente forma:

$$0 = -5\,925.4 + \frac{11\,416}{(1+i)^1} - \frac{11\,987}{(1+i)^2} + \frac{14\,800}{(1+i)^3} + \frac{13\,215}{(1+i)^4} + \frac{13\,876}{(1+i)^5}$$

Esta ecuación presenta tres cambios de signo, de negativo a positivo, de positivo a negativo y nuevamente de negativo a positivo, lo cual genera la posibilidad de que pueda tener hasta tres raíces, pero solo tiene una raíz, es decir, una *TIR* = 153.06%. Este resultado comprueba la regla de los signos de Descartes.

Sin embargo, una confusión frecuente que existe cuando un proyecto presenta varios cambios de signo, consiste en considerar que muchos signos negativos (inversiones), ininterrumpidos durante cierto periodo, significa muchos cambios de signos. Por ejemplo, suponga que PEMEX (Petróleos Mexicanos) inicia una exploración en busca de petróleo y realiza una serie de inversiones en la exploración y búsqueda de yacimientos petroleros, análisis de muestras, cuantificación del potencial del pozo, instalación de la infraestructura adecuada para la extracción del crudo y finalmente la extracción de crudo.

El tiempo que se puede llevar desde el inicio de la exploración hasta la extracción, puede llevar varios años, durante los cuales se incurrió en una serie continua de inversiones y después de esta etapa, vendrán los ingresos durante varios años, por la extracción y venta del crudo. Si se construye un diagrama de flujo de este tipo de proyecto, habrá *n* inversiones a lo largo de determinado tiempo y luego aparecerán las ganancias.

Puede parecer que este tipo de inversiones tiene muchos cambios de signo por la serie de inversiones que se hicieron a lo largo del tiempo, pero no es así. Unos flujos de efectivo representados en una ecuación de *VPN* sólo tienen un cambio de signos, pues sólo una vez hubo un cambio de signo de negativo (inversiones) a positivo (ganancias cuando empezó la extracción y venta de crudo). Por lo tanto, el polinomio que representa el cálculo del *VPN* de este tipo de proyectos de inversión sólo tiene una o ninguna raíz, esto es, sólo tiene una *TIR*, o bien no presenta rentabilidad económica, pero de ninguna forma da origen a múltiples *TIR*.

Realmente, cuando se obtienen al menos dos raíces del polinomio que calcula el *VPN*, el resultado no tiene significado económico y viene a ser un mero ejercicio algebraico. Cuando se obtenga más de una raíz o *TIR* en un proyecto de inversión, lo mejor es utilizar el criterio del *VPN* para

determinar la rentabilidad económica de la inversión, pues metodológicamente, el método de *VPN* es mucho más consistente que el de la *TIR*.

También la forma de calcular, tanto el *VPN* como la *TIR*, presentan desventajas metodológicas, por ejemplo, las ecuaciones que se plantean suponen que se reinvierten todas las ganancias en todos los años, lo cual normalmente no es verdad.

A pesar de tales deficiencias metodológicas, hasta la fecha no se han desarrollado nuevos métodos de evaluación económica que superen estas deficiencias.

El método costo-beneficio

Una forma alternativa de evaluar económicamente un proyecto, es mediante el método costo-beneficio, el cual consiste en dividir todos los costos del proyecto sobre todos los beneficios económicos que se van a obtener. Si se quiere que el método tenga una base sólida, tanto costos como beneficios deberán estar expresados en valor presente. No se trata entonces de sumar algebraicamente todos los costos por un lado, y beneficios del proyecto por otro lado, sin considerar el cambio del valor del dinero a través del tiempo.

Este método fue originalmente utilizado en proyectos sociales con apoyo gubernamental, cuando no era necesario que las inversiones del gobierno fueran económicamente rentables, de ahí el nombre de *costo-beneficio*; para aceptar un proyecto de inversión, el cociente debería tener un valor de uno, lo cual indicaba que no era necesaria la rentabilidad económica de la inversión, simplemente era necesario que se recuperaran los costos en que se había incurrido.

Con el paso de los años, y ante la carencia de recursos económicos por parte del gobierno, ese antiguo criterio empezó a cambiar, y desde entonces, todos los servicios que cobra el gobierno tienen un costo, de manera que si bien los proyectos de inversión gubernamentales para beneficio social no deben ser lucrativos, en el sentido que lo son los proyectos de inversión privada, tampoco se trata de que el gobierno invierta sin ninguna retribución monetaria.

Ahora lo que busca el gobierno en sus inversiones es no sólo recuperar la inversión hecha, sino recuperar la inversión y tener una ganancia que al menos compense los efectos inflacionarios. En términos formales, si la inflación fuera de 5% anual, tanto los costos como los beneficios económicos obtenidos a lo largo del tiempo, debería descontarse a 5% al traerlos a valor presente, y entonces sólo aceptar proyectos de inversión con una relación *costo-beneficio* menores a uno, o expresado de otra forma, que la relación *beneficio-costos* fuera mayor o igual a uno, lo que implicaría que los beneficios siempre fueran mayores a los costos.

Para proyectos de inversión privada, definitivamente la determinación del *VPN* y de la *TIR*, son los indicadores clásicos de rentabilidad económica.

Periodo de recuperación

Este método, que también se conoce como PP por sus siglas en inglés (Payback Period), consiste en determinar el número de periodos, generalmente en años, requeridos para recuperar la inversión inicial emitida, por medio de los flujos de efectivos futuros que generará el proyecto.

La fórmula de reembolso presenta algunos defectos bastante evidentes, entre ellos, no toma en consideración el valor del dinero a través del tiempo, sólo se concentra en la recaudación dentro del periodo de reembolso, la recaudación de los años posteriores es ignorada. A pesar de estas desventajas, este método se sigue utilizando en algunos casos, por ejemplo, si una empresa tiene poco efectivo, el administrador financiero podrá recurrir al método de periodo de recuperación para dar énfasis a aquellas inversiones que devuelvan los fondos más rápido.

Se tienen dos modalidades ampliamente utilizadas para el periodo de reembolso, el método exhaustivo y el del promedio.

Método exhaustivo: el cálculo de reembolso que se obtiene por este método es un proceso iterativo, el cual requiere la acumulación de los beneficios y que sean restados de la inversión, hasta que el resultado sea cero. El momento en el cual el resultado se hace cero representa el periodo requerido para que se recupere la inversión total.

Método promedio: este método sólo es útil si los beneficios anuales no varían sustancialmente del promedio. Si la variación de los beneficios es sustancial (alta varianza), los resultados que proporcione este método serán erróneos.

La forma correcta de utilizar el método consiste en tomar en cuenta el cambio del valor del dinero a través del tiempo. Por ejemplo, si se obtuviera una $TIR = 20.76\%$, esto indica que tomará aproximadamente cinco años recuperar la inversión inicial. Si la TIR fuera de 50% , tomaría solo dos años recuperar la inversión inicial. Como se observa, el periodo de recuperación es sólo otra forma de expresar los resultados obtenidos por la TIR .

Una forma errónea de calcular el periodo de recuperación es la siguiente: si se invierten \$1 000 y las ganancias anuales (FNE) son de 260, 310, 330, 400 y 505; si estos FNE se suman algebraicamente $260 + 310 + 330 + 400 + 505 = 1\ 805$, se puede deducir en forma errónea que tomaría 1.8 años recuperar la inversión inicial. El error radica en no tomar en cuenta el cambio del valor del dinero a través del tiempo. Lo que se debe hacer para calcular el periodo de recuperación a partir de este ejemplo es llevar a valor presente cada FNE con la respectiva $TMAR$, y entonces hasta que esa suma de flujos descontados sea de \$1 000, se contarán los años necesarios para que esto suceda y se habrá encontrado el periodo de recuperación de la inversión.

ADICIÓN DEL VALOR DE SALVAMENTO (VS)

Se habrá observado que en los FNE del año cinco en las ecuaciones 5.4 y 5.5 aparece sumado un factor llamado VS o valor de salvamento o rescate, cuyo concepto aparece en la sección “Depreciaciones y amortizaciones”, página 183.

A lo largo de todo el estudio se ha considerado un periodo de planeación de cinco años. Al término de éste se hace un corte artificial del tiempo con fines de evaluación. Desde este punto de vista, ya no se consideran más ingresos; la planta deja de operar y vende todos sus activos. Esta consideración teórica es útil, pues al suponer que se venden todos los activos se produce un flujo de efectivo extra en el último año, lo que aumenta la TIR o el VPN y hace más atractivo el proyecto. Por otro lado, no hacer esta suposición implicaría cortar la vida del proyecto y dejar la planta abandonada con todos sus activos.

En la práctica, la mayoría de las plantas o fábricas en estudio durarán en funcionamiento no cinco ni 10 años, sino tal vez 20 o más, pero para efectos de evaluación el tiempo debe cortarse en algún momento.

En la sección “Depreciaciones y amortizaciones” (página 183) y en la tabla 4.27 correspondiente a las depreciaciones y amortizaciones, aparece calculado el VS de todos los activos. En esa tabla se supone que el VS considerado será el valor en libros o fiscal que tengan los activos al término del quinto año de operación.

USO DE FLUJOS CONSTANTES Y FLUJOS INFLADOS PARA EL CÁLCULO DE LA TIR . REINTERPRETACIÓN DE LA TIR

Un punto que se debate en la evaluación de proyectos es la forma de trabajar con el estado de resultados para obtener los FNE y calcular con ellos la TIR . Existen dos formas básicas de hacerla: considerar los FNE del primer año como constantes a lo largo del horizonte de planeación y considerar los efectos inflacionarios sobre los FNE de cada año.

Es evidente que un cálculo de TIR con FNE constantes, y con FNE inflados, hará variar en gran medida el valor de la TIR . Entonces, ¿cuál es el procedimiento correcto?

Hay que considerar que es poco probable, al menos en México, que padece crisis económicas recurrentes y devaluación monetaria, que un costo de operación permanezca constante durante un año y que a partir del segundo año aumenten. Suponer lo contrario, sería inadecuado.

Considere los datos reales del caso práctico presentado en la sección “Caso práctico: Estudio económico”, página 197. Básicamente se hará referencia a la $TMAR = 15\%$ de premio al riesgo y a la inflación (f) considerada que es de 20% anual constante durante los cinco años de periodo de análisis, datos tomados de la sección de la página 204.

La primera consideración importante para la evaluación es que la inversión que se toma en cuenta para calcular la TIR es sólo la inversión en activos fijos. La inversión en capital de trabajo no se toma en cuenta, debido a la propia naturaleza líquida de estos activos.

Los datos para el cálculo de la TIR son los siguientes:

- Inversión inicial (vea tabla 4.26) es $P = \$5\ 935$.
- Los FNE del primer año (vea tabla 4.35) son $A = \$1\ 967$. Se considera una anualidad ya que permanecen constantes durante los cinco años del periodo de análisis.

- *TMAR* sin inflación de 15%.
- Valor de salvamento (vea tabla 4.27) es $VS = \$3\,129$.
- Periodo de análisis considerado, $n = 5$ años.

CÁLCULO DE LA *TIR* CON FLUJOS CONSTANTES SIN INFLACIÓN

Se analiza en primera instancia el cálculo de la *TIR* sin inflación, con producción constante. Bajo esta consideración no varían a lo largo de los cinco años los *FNE*, ya que se supone que cada año se venderían 1 050 toneladas y como no se considera inflación, entonces los ingresos y costos permanecerían constantes a lo largo de los años.

La *TIR* se define como la i que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. La i en este caso actúa como una tasa de descuento y, por lo tanto, los flujos de efectivo a los cuales se aplica vienen a ser flujos descontados:

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + \frac{VS}{(1+i)^s} \quad (5.6)$$

esta ecuación también puede expresarse como:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.7)$$

donde: $FNE_1 = FNE_2 = FNE_3 = FNE_4 = FNE_5 = A$

Al aplicar los datos de la ecuación 5.7 se tiene:

$$5\,935 = 1\,967 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^3} \right] + \frac{3\,129}{(1+i)^5}$$

La i que satisface la ecuación es $i = 27.6734469\%$, que equivale a la *TIR* del proyecto sin considerar inflación y con producción constante.

CÁLCULO DE LA *TIR* CON PRODUCCIÓN CONSTANTE Y CONSIDERANDO INFLACIÓN

Ahora se procederá a calcular la *TIR* considerando a la inflación de 20% anual constante. Se mantiene la consideración de que no varía la producción anual de 1 050 toneladas en cada uno de los cinco años. Los datos de los *FNE* se tomaron de la tabla 4.36, pero a diferencia de esa tabla y para fines de demostración, ahora no se redondean las cifras, aunque estén expresadas en miles.

En términos reales, las cifras de un estudio de factibilidad se determinan en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión. En caso de que ésta se realice, las cifras de ingresos y costos ya se verían afectados por la inflación al final del primer año. Si se define a la inflación como: *el aumento ponderado y agregado de precios en la canasta básica de una economía*, entonces todas las cifras del estado de resultados se verían afectadas por la inflación, incluso los cargos de depreciación que, al menos en México, la ley hacendaria permite actualizar cada año tomando en cuenta la inflación que hubo en el periodo fiscal que se declara. Por lo tanto, para calcular las cifras de los *FNE* con inflación, basta tomar la cantidad determinada en el periodo cero que es de \$1 967 y afectarla cada año por la inflación que se fijó en 20% anual constante cada año (vea tabla 5.1).

Tabla 5.1

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|---------|----------|-----------|------------|-------------|
| <i>FNE</i> | 1 967 | 2 360.4 | 2 832.48 | 3 398.976 | 4 078.7712 | 4 894.52544 |

La tabla 5.1 se construyó multiplicando por 1.2 la cantidad del año anterior, es decir, se multiplica por $(1 + 0.2)$. Otro cálculo que se debe modificar es el valor de salvamento (*VS*), ya que éste también sufrirá los efectos de la inflación y su determinación es:

$$VS = 3\,129(1.2)^5 = \$7\,785.9533$$

Finalmente, en la sección “Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento” de la página 191, la *TMAR* fue definida como: $TMAR_f = i + f + if$, donde i es el premio al riesgo sin inflación, y f la inflación anual. De acuerdo con los datos de la sección de la página 204 se tiene:

$$TMAR = 0.15 + 0.2 + 0.15 \times 0.2 = 0.38$$

Con estos datos se calcula la *TIR* del proyecto, considerando inflación y producción constante, como sigue:

$$5\,935 = \frac{2\,360.4}{(1+i)^1} + \frac{2\,832.48}{(1+i)^2} + \frac{3\,398.976}{(1+i)^3} + \frac{4\,078.7712}{(1+i)^4} + \frac{4\,894.52544 + 7\,785.9533}{(1+i)^5}$$

la *i* que satisface la ecuación anterior es 53.20813628 por ciento.

¿Qué conclusiones se pueden obtener de estos cálculos?

Observe las diferencias obtenidas, primero sin inflación; mientras la *TMAR* es de 15%, el proyecto arrojó un valor de 27.6734469%, es decir, se obtuvo una ganancia por arriba de la *TMAR* de 12.6734469 puntos porcentuales. Considerando inflación se podría esperar que la *TMAR* con inflación, que es de 38%, se vea superada por los mismos 12.6734469 puntos, pero la diferencia es: $53.20813628 - 38 = 15.20813628$. En apariencia la diferencia es un poco mayor; sin embargo, al observar que $15.20813628 = 12.6734469 \times 1.2$ se verá que existe una clara explicación para la aparente diferencia observada. De hecho, la *TIR* con inflación puede calcularse como:

$$TMAR_f = (TIR_{f=0} - TMAR_{f=0}) + TMAR_f + (f)(TIR_{f=0} - TMAR_{f=0})$$

$$TMAR_f = 12.6734469 + 38 + 0.2(12.6734469) = 53.20813628\%$$

Todos estos cálculos se presentarán en la evaluación económica del caso práctico, pero como en el ejemplo se manejan cifras redondeadas, éstas no coincidirán con la exactitud de esta demostración.

Las condiciones para evaluar, con y sin inflación, son:

1. Para evaluar no se toma en cuenta el capital de trabajo.
2. Debe considerarse una revaluación de activos al hacer los cargos de depreciación y amortización.
3. En ambos métodos debe mantenerse constante el nivel de producción del primer año.
4. Si se está considerando el método de *FNE* constantes, no se debe incluir el financiamiento. Recuerde que si hay financiamiento, los *FNE* se alteran con el paso del tiempo.
5. El *VS* también debe sufrir el efecto de la inflación.

CÁLCULO DE LA *TIR* CON FINANCIAMIENTO

Como se ha señalado, los *FNE* cambian de una situación sin financiamiento a otra con financiamiento. Al hacer la determinación de la *TIR* tras haber pedido un préstamo, habrá que hacer ciertas consideraciones.

La primera de ellas, cuando se calcula la *TIR* y hay financiamiento, es que sólo es posible utilizar el estado de resultados con flujos y costos inflados, ya que éstos se encuentran definitivamente influidos por los intereses pagados (costos financieros), pues la tasa del préstamo depende casi directamente de la tasa inflacionaria vigente en el momento del préstamo, por lo que sería un error usar *FNE* constantes (inflación cero) y aplicarles pago a principal y costos financieros, alterados con la inflación.

La segunda consideración importante es que para calcular la *TIR*, la inversión considerada no es la misma. Ahora es necesario restar a la inversión total la cantidad que ha sido obtenida en préstamo. En el caso práctico que se sigue la inversión original es de \$5 935 000 y se solicita un préstamo por \$1 500 000; la diferencia de ambas cantidades, \$4 435 000, es la inversión neta de los accionistas en activo fijo y diferido, y es la cantidad que se considera para el cálculo del *VPN* y la *TIR* con financiamiento. Las cifras se toman del estado de resultados de la tabla 4.37 y ahí se muestra la forma en que se paga, a lo largo de cinco años, la cantidad de \$1 500 000 del préstamo. En la misma tabla 4.37 se observa que los *FNE* son menores que los *FNE* sin préstamo, pero a cambio de esta disminución en las ganancias anuales, la inversión también disminuye.

Otra consideración importante es que ahora la nueva *TIR* deberá compararse contra una *TMAR* mixta. Ahora los \$5 935 000 de la inversión total se forman de dos capitales, uno de los promotores y otro de la institución financiera, cada parte con una ganancia distinta, por lo que debe calcularse un promedio ponderado de ambos capitales para obtener la *TMAR* mixta, de la siguiente forma: $TMAR \text{ mixta} = (\% \text{ de aportación de promotores})(\text{tasa de ganancia solicitada}) + (\% \text{ de aportación del banco})(\text{tasa de ganancia solicitada})$.

$$TMAR = \frac{4\,435}{5\,935}(0.38) + \frac{1\,500}{5\,935}(0.34) = 0.36989$$

La *TMAR* mixta no sólo servirá como punto de comparación contra la *TIR* sino que también es útil para calcular el *VPN* con financiamiento. Con todos estos datos se calcula la *TIR* con financiamiento, tomando los *FNE* de la tabla 4.37:

$$4\,435 = \frac{1\,936}{(1+i)^1} + \frac{2\,385}{(1+i)^2} + \frac{2\,918}{(1+i)^3} + \frac{3\,555}{(1+i)^4} + \frac{4\,311 + 7\,786}{(1+i)^5}$$

La i que satisface la ecuación es $TIR = 61.43\%$.

De este resultado se pueden destacar varias cosas. Primero, la *TIR* con financiamiento (61.43%) es superior a la *TIR* sin financiamiento (53.2%), lo cual indica una mayor rentabilidad en caso de solicitar financiamiento; no debe olvidar que en ambas determinaciones se considera la inflación. Obtener el préstamo significa contar con dinero más barato que el generado por la propia empresa, ya que mientras ésta puede generar una ganancia de 38%, que corresponde a la *TMAR* con inflación, el préstamo tiene un costo de 4 puntos porcentuales menos (34%). Además, el efecto de los impuestos, permitiendo la deducción de los intereses pagados, hace que se eleve aún más la rentabilidad.

A la *TIR* obtenida con financiamiento se llama *TIR financiera*, que en este caso es de 61.43%, a diferencia de la *TIR* sin financiamiento llamada *TIR privada* o *TIR empresarial*. Siempre es necesario calcular los dos tipos de *TIR*. En general, la *TIR* financiera siempre será mayor que la *TIR* privada, debido al efecto de la deducción de impuestos de los intereses pagados por el financiamiento.

Métodos de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo

Razones financieras. Usos, ventajas y desventajas

Existen técnicas que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y que no se relacionan en forma directa con el análisis de la rentabilidad económica, sino con la evaluación financiera de la empresa.

La planeación financiera es una de las claves para el éxito de una empresa, y un buen análisis financiero detecta la fuerza y los puntos débiles de un negocio. Es claro que hay que esforzarse por mantener los puntos fuertes y corregir los puntos débiles antes de que causen problemas.

El análisis de las tasas o razones financieras es el método que no toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Esto es válido, ya que los datos que toma para su análisis provienen de la hoja de balance general y del estado de resultados. Esta hoja contiene información de la empresa en un punto en el tiempo, usualmente el fin de año o fin de un periodo contable, a diferencia de los métodos *VPN* y *TIR*, cuyos datos base están tomados del estado de resultados proyectado, es decir, los métodos que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo son métodos contables que consideran cifras que ya sucedieron en la empresa, en tanto que *VPN* y *TIR* son métodos que consideran cifras que se espera que sucedan en la empresa, por eso se utilizan para evaluar proyectos.

Existen cuatro tipos básicos de razones financieras. La información que surja de éstas puede ser de interés para personas o entidades externas o internas a la empresa. Por ejemplo, a la institución bancaria que prestará el dinero para el proyecto le interesará si en éste existe suficiente liquidez

como para que su restitución monetaria no peligre. La empresa nota que una porción sustancial de sus ventas a crédito se otorga a clientes con baja capacidad de pago, si la reserva para cuentas incobrables es mayor que 5% de las cuentas por cobrar. Si la depreciación acumulada del equipo representa una alta proporción del valor original, ése es un signo de que la empresa está usando equipo obsoleto. Una disminución año con año del capital de trabajo indica que la empresa está en problemas financieros, y un aumento constante acompañado del crecimiento de la empresa es un buen signo. En fin, la información a obtener e interpretar es muy útil aunque no se tome en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

Los cuatro tipos básicos de razones son:

1. Razones de liquidez Miden la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones (pagos) a corto plazo. Entre ellas figuran:

- a) *Tasa circulante* Se obtiene dividiendo los activos circulantes sobre los pasivos circulantes. Los activos circulantes incluyen efectivo, acciones vendibles, cuentas por cobrar e inventarios; los pasivos circulantes incluyen cuentas por pagar, notas por pagar a corto plazo, vencimientos a corto plazo de deudas a largo plazo, así como impuestos y salarios retenidos. La tasa circulante es la más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica a qué grado es posible cubrir las deudas de corto plazo sólo con los activos que se convierten en efectivo a corto plazo. Su fórmula es:

$$\text{Razón circulante} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}} \quad (5.9)$$

- b) *Prueba del ácido* Se calcula al restar los inventarios de los activos circulantes y dividir el resto entre los pasivos circulantes. Esto se hace así porque los inventarios son los activos menos líquidos. Así, esta razón mide la capacidad de la empresa para pagar las obligaciones a corto plazo sin recurrir a la venta de inventarios. Se considera que 1 es un buen valor para la prueba del ácido. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de la prueba del ácido} = \frac{\text{activo circulante} - \text{inventario}}{\text{pasivo circulante}} \quad (5.10)$$

2. Tasas de apalancamiento Miden el grado en que la empresa se ha financiado por medio de la deuda. Están incluidas:

- a) *Razón de deuda total a activo total* También llamada tasa de deuda. Mide el porcentaje total de fondos provenientes de instituciones de crédito. La deuda incluye los pasivos circulantes. Un valor aceptable de esta tasa es 33%, ya que los acreedores difícilmente prestan a una empresa muy endeudada por el riesgo que corren de no recuperar su dinero. En México la tasa de deuda es alta si el gobierno, a través de una institución de crédito, hace el préstamo y se asocia con acciones preferentes a la empresa. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de deuda} = \frac{\text{deuda total}}{\text{activo total}} \quad (5.11)$$

- b) *Número de veces que se gana el interés* Se obtiene dividiendo las ganancias antes del pago de interés e impuestos. Mide el grado en que pueden disminuir las ganancias sin provocar un problema financiero a la empresa, al grado de no cubrir los gastos anuales de interés. Un valor aceptado de esta tasa es 8.0 veces y su fórmula es:

$$\text{Número de veces que se gana el interés} = \frac{\text{ingreso bruto}}{\text{cargos de interés}} \quad (5.12)$$

3. Tasas de actividad Este tipo de tasas no se deben aplicar en la evaluación de un proyecto, ya que como su nombre lo indica, mide la efectividad de la actividad empresarial y cuando se realiza el estudio no existe tal actividad. A pesar de esto, y aunque no se calculen, se enumeran las pautas a seguir. La primera tasa es rotación de inventarios y se obtiene al dividir las ventas entre los inventarios, ambas expresadas en pesos. El valor comúnmente aceptado de esta tasa

es 9. Un problema en el cálculo de esta tasa es el método de evaluación de los inventarios. El segundo problema es que las ventas están calculadas sobre un año completo y los inventarios están tomados como un punto en el tiempo. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{ventas}}{\text{inventarios}} \quad (5.13)$$

a) *Periodo promedio de recolección* Es la longitud promedio de tiempo que la empresa debe esperar después de hacer una venta antes de recibir el pago en efectivo. Un valor aceptado para esta tasa es de 45 días. Su fórmula es:

$$PPR = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{\text{ventas por día}} = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{\text{ventas anuales}/365} \quad (5.14)$$

b) *Rotación de activo total* Es la tasa que mide la actividad final de la rotación de todos los activos de la empresa. Un valor aceptado para esta tasa es de 2.0. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de activos totales} = \frac{\text{ventas anuales}}{\text{activos totales}} \quad (5.15)$$

Se reitera que estas razones que miden la actividad no se calculan en el caso práctico presentado, ya que implicarían sólo suposiciones acerca de la verdadera actividad futura.

4. Tasas de rentabilidad La rentabilidad es el resultado neto de un gran número de políticas y decisiones. En realidad, las tasas de este tipo revelan cuán efectivamente se administra la empresa.

a) *Tasa de margen de beneficio sobre ventas* Se calcula dividiendo el ingreso neto después de impuestos entre las ventas. En realidad, tanto el ingreso neto como las ventas son una corriente de flujos de efectivo a lo largo de un periodo de un año y aquí está implícita la suposición de que ambas se dan en un mismo momento. Como la división se efectúa en ese instante y no hay traslación de flujos a otros periodos, no es necesario considerar tasas de interés. Un valor promedio aceptado en la industria es de entre 5 y 10%. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de margen de beneficio} = \frac{\text{utilidad neta después de pagar impuestos}}{\text{ventas totales anuales}} \quad (5.16)$$

b) *Rendimiento sobre activos totales* Se obtiene dividiendo la utilidad neta libre de impuestos entre los activos totales. Este cálculo es uno de los más controvertidos. Se pregunta qué valor se dará a los activos para validar la división con una cantidad de dinero que se da en el futuro, como en la utilidad. Todos los textos existentes sobre el tema no mencionan ni señalan que deba considerarse una tasa de interés para obtener la cantidad equivalente de cualquiera de las cantidades y dividir las en forma válida. Ya se vio en la sección “Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo” en la página 215, que no vale lo mismo una unidad monetaria el día de hoy que el valor que tendría esa unidad monetaria dentro de un año, y que no se pueden dividir las cantidades sin que intervenga una tasa de interés que las haga equivalentes. La tasa de rendimiento sobre activos totales viola este principio y por eso da lugar a controversias. Se sugiere no obtener esta tasa ni tratar de interpretarla, ya que puede ocasionar decisiones inadecuadas.

c) *Tasa de rendimiento sobre el valor neto de la empresa* Es la tasa que mide el rendimiento sobre la inversión de los accionistas, llamada valor neto o capital. Tiene exactamente la misma desventaja que la tasa anterior, porque el único valor que se le puede dar al capital es el que tiene en términos corrientes o valor de uso de la moneda; sin embargo, este valor se suma algebraicamente al de los años anteriores y se pierde el valor real de la inversión de los accionistas. También se sugiere no calcular esta tasa para no dar lugar a malas interpretaciones en los resultados.

Como conclusión acerca del uso de las razones financieras, se deduce que mientras no deba tomarse en cuenta una tasa de interés es útil y válido usar las razones financieras. Para medir el rendimiento sobre la inversión se sugiere no utilizar este tipo de métodos y, en cambio, recurrir a los que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

Análisis de sensibilidad

Se denomina análisis de sensibilidad (*AS*) al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (cuán sensible es) la *TIR* ante cambios en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales, divididos como se muestra en un estado de resultados, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, etc. El *AS* no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre la *TIR*. De hecho, hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato. Por ejemplo, no sería un buen *AS* modificar el precio de la materia prima y ver su efecto sobre la *TIR* ni alterar alguno de los costos de producción, administración o ventas en forma aislada para observar ese cambio. Con cierta frecuencia se informa que el precio de determinado artículo ha subido como consecuencia de que lo hizo el precio de sus insumos (mano de obra, materias primas, combustible, etc.). El productor compensa de inmediato ese aumento en sus costos incrementando, a su vez, el precio de venta de sus productos, para mantener el margen de utilidad acostumbrado.

Recuerde que si no hay financiamiento se puede trabajar y evaluar un proyecto con *FNE* constantes, es decir, con inflación cero, lo cual haría innecesario considerar variaciones sobre cualquier costo. En segundo lugar, las estimaciones hechas son anuales. A lo largo de un año, al menos en los momentos actuales y en países en vías de desarrollo, como México, se suceden aumentos en toda clase de insumos, y lo más conveniente es tomar promedios generales de inflación y no aumentos parciales en cada insumo y en periodos menores de un año, pues esto llevaría a nada en un análisis de sensibilidad.

Entonces, como primera recomendación, se menciona que es inútil hacer *AS* sobre insumos individuales, ya que sus aumentos de precios nunca se dan aislados. Al final de un año el aumento siempre es general y no único.

Si se desea hacer un *AS* de los efectos inflacionarios sobre la *TIR*, considere promedios de inflación anuales y aplicados sobre todos los insumos. Sin embargo, ya se ha demostrado que un proyecto será aceptado considerando inflación cero (*FNE* constantes) o efectos inflacionarios (con *FNE* inflados) si se sabe interpretar directamente el resultado. En lo que se refiere al porcentaje que se aplicará a los flujos inflados, éste se calculará con base en el cambio más probable que tenga la inflación, y no sobre una gama de porcentajes que de nada servirían en el *AS*.

A pesar de lo anterior, hay variables que están fuera del control del empresario, y sobre ellas sí es necesario practicar un *AS*. La primera de estas variables es el volumen de producción que afectaría directamente los ingresos. No se habla del precio del producto, que sí depende del empresario y puede compensar de inmediato cualquier aumento en los costos, con sólo aumentar el precio de venta, siempre y cuando se trate de productos con precio no controlado por el gobierno.

Los pronósticos de venta han sido calculados ajustando una serie de datos históricos, obteniendo una ecuación que permite pronosticar cuál será el futuro volumen de ventas. Como se puede observar en el estudio de mercado, el análisis se hizo con tres variables, considerando a la tercera de ellas como el PIB, que fue el que dio mayor correlación en el ajuste.

Sin embargo, el hecho de hacer este pronóstico no implica necesariamente que así vaya a suceder. Suponga que se deteriora aún más la situación del país y se cae en una atonía económica. Esto haría que bajara muchísimo la actividad industrial, que el PIB pronosticado no se diera y que el producto del proyecto presentado, que son mermeladas de fresa, no se vendiera en el volumen esperado, pues es un producto netamente de consumo final. El *AS* estaría encaminado a determinar cuál sería el volumen mínimo de ventas que debería tener la empresa para ser económicamente rentable.

Otro factor que queda fuera del control del empresario es el nivel de financiamiento y la tasa de interés de éste, que, como ya se vio, afecta los *FNE* y, por lo tanto, la *TIR*. De este modo, sería interesante observar las variaciones de la *TIR* ante variaciones dadas del nivel y la tasa de financiamiento.

Ambas situaciones, cambio en el nivel de ventas e influencia del financiamiento sobre la *TIR*, son objeto de un análisis de sensibilidad en el caso práctico que se presenta al final de este capítulo.

Caso práctico

Estudio económico

■ ■ ■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, sin inflación, sin financiamiento

Para realizar este cálculo se toman los datos del estado de resultados con producción constante, sin inflación, sin financiamiento, que fue el primero que se calculó (vea tabla 4.35). Los datos son los siguientes (en miles de pesos):

Inversión inicial \$5 935. Esta inversión no toma en cuenta el capital de trabajo porque la naturaleza de este último es muy líquida y tanto el VPN como la TIR toman en cuenta el capital comprometido a largo plazo.

Flujo neto de efectivo, años 1 a 5 = \$1 967.

Valor de salvamento de la inversión al final de 5 años = \$3 129. Este dato es el valor fiscal residual de los activos al término de cinco años que es el periodo de análisis del proyecto tomado de la tabla 4.27 de depreciación de los activos.

Con estos datos se construye un diagrama de flujo (vea figura 5.3).

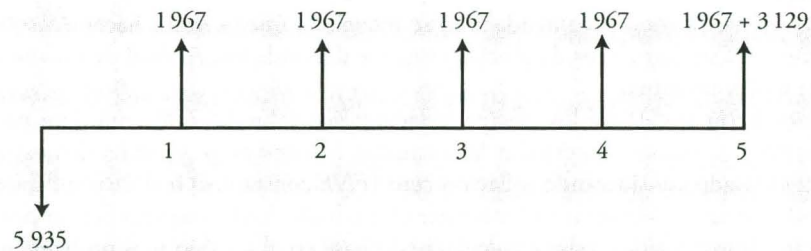


Figura 5.3 Diagrama de flujo para la evaluación económica sin inflación, sin financiamiento y con producción constante.

Con una TMAR de 15% el cálculo del VPN es:

$$VPN = -5\,935 + 1\,967 \left[\frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15(1 + 0.15)^5} \right] + \frac{3\,129}{(1 + 0.15)^5} = \$2\,214.35$$

haciendo el $VPN = 0$ se calcula la TIR, la cual resulta tener un valor de 27.67%.

■ ■ ■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, sin financiamiento

Ahora los datos se toman de la tabla 4.36, estado de resultados con producción constante, con inflación, sin financiamiento. Los datos son los siguientes (en miles de pesos):

Inversión inicial = \$5 935

Flujos netos de efectivo (FNE): $FNE_1 = \$2\,361$; $FNE_2 = \$2\,833$; $FNE_3 = \$3\,399$; $FNE_4 = \$4\,080$; $FNE_5 = \$4\,895$.

$VS = \$3\,129 (1.2)^5 = \$7\,786$.

Inflación considerada $f = 20\%$ anual constante.

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

Con estos datos se construye el siguiente diagrama de flujo (vea figura 5.4).

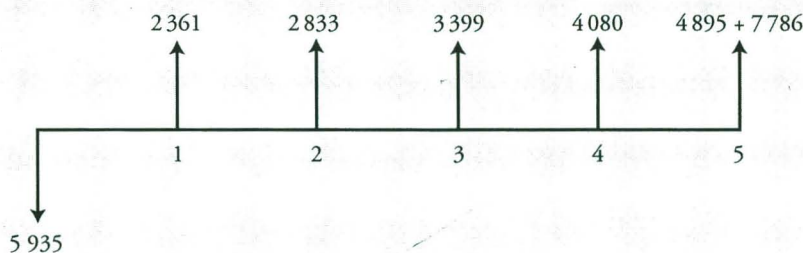


Figura 5.4 Diagrama de flujo de la evaluación económica con inflación, sin financiamiento y con producción constante.

El cálculo del VPN y TIR es:

$$VPN = -5\,935 + \frac{2\,361}{(1 + 0.38)^1} + \frac{2\,833}{(1 + 0.38)^2} + \frac{3\,399}{(1 + 0.38)^3} + \frac{4\,080}{(1 + 0.38)^4} + \frac{4\,895 + 7\,786}{(1 + 0.38)^5} = \$2\,215$$

en realidad, los valores del VPN considerando y sin considerar inflación deben ser idénticos. En este caso no resultaron idénticos debido al redondeo de cifras que se viene haciendo desde el estado de resultados.¹ El cálculo de la TIR se obtiene al hacer $VPN = 0$, con lo cual se obtiene que la TIR es de 53.21%.

Otra forma de calcular la TIR es:

$$TIR = 12.67 + 38 + 0.2(12.67) = 53.2\%$$

Para una explicación completa consulte la misma bibliografía de la nota 1.

Después de obtener estos dos resultados, se concluye que se debe realizar la inversión, ya que en ambos casos, con y sin considerar inflación, el VPN es positivo e igual a \$2 214.35. La TIR en ambos casos es mayor que la TMAR; sin considerar inflación $TIR = 27.67\% > TMAR = 15\%$. Con inflación la $TIR = 53.2\% > TMAR_{f=20\%} = 38\%$, por lo tanto se acepta realizar la inversión.

■■■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, con financiamiento

Para este cálculo se toman las cifras del estado de resultados con producción constante, con inflación y con financiamiento, tabla 4.37. Las cifras del estado de resultados deben considerar la inflación, ya que la tasa del financiamiento solicitado ya tiene considerada la inflación. Sería un error elaborar un estado de resultados sin considerar la inflación, pero que sí considerara un financiamiento. Las cifras son las siguientes:

Inversión inicial = \$4 435 000. Esta cifra se obtuvo al restar a la inversión total el financiamiento: $5\,935\,000 - 1\,500\,000 = \$4\,435\,000$. Esto es así porque el VPN y la TIR consideran como inversión sólo al desembolso neto de los inversionistas.

Si se tomara como inversión inicial a los \$5 935 000, entonces se estaría considerando dos veces a los \$1 500 (miles), hay que recordar que en el estado de resultados con financiamiento existe un rubro llamado pago de capital que suma exactamente \$1 500 (miles).

Flujos netos de efectivo en miles: $FNE_1 = \$1\,936$; $FNE_2 = \$2\,385$; $FNE_3 = \$2\,918$; $FNE_4 = \$3\,555$; $FNE_5 = \$4\,311$.

Valor de salvamento = $3\,129 (1.2)^5 = \$7\,786$.

La TMAR que se debe considerar con financiamiento se llama TMAR mixta, debido a que ahora se tiene una mezcla de dos capitales para realizar la inversión inicial: el capital de los accionistas, que tiene un valor de 38% con inflación, y el de la institución financiera que tiene una tasa de ganancia (interés

Tabla 5.2 Costos que permanecen fijos, independientemente de la cantidad producida

| | |
|-------------------------|-----------|
| Otros materiales | \$51 500 |
| Mano de obra indirecta | 183 600 |
| Mantenimiento | 131 990 |
| Depreciación | 443 490 |
| Control de calidad | 32 800 |
| Costo de ventas | 1 020 930 |
| Costo de administración | 453 060 |

¹Para una explicación y demostración completa sobre el hecho de que el VPN con y sin inflación arrojan resultados numéricos idénticos vea: Baca, Gabriel, *Fundamentos de ingeniería económica*, McGraw-Hill, México, 2010.

que cobra por el préstamo) de 34% anual. La *TMAR* mixta se calcula como un promedio ponderado de los costos de capital:

$$TMAR \text{ mixta} = \frac{1\,500}{5\,935}(0.34) + \frac{4\,435}{5\,935}(0.38) = 0.36989$$

Con estos datos se construye la figura 5.5.

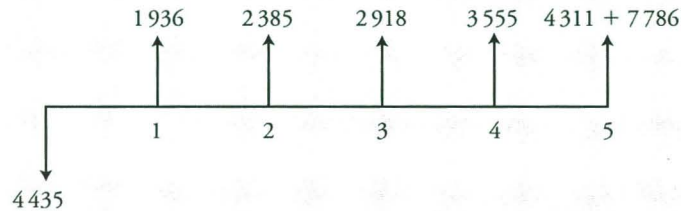


Figura 5.5 Diagrama de flujo para la evaluación económica con inflación, financiamiento y producción constante.

Ahora se calcula el *VPN*:

$$VPN = -4\,435 + \frac{1\,936}{(1.3698)^1} + \frac{2\,385}{(1.3698)^2} + \frac{2\,918}{(1.3698)^3} + \frac{3\,555}{(1.3698)^4} + \frac{4\,311 + 7\,786}{(1.3698)^5} = \$2\,901.27$$

La *TIR* obtenida cuando el *VPN* = 0 es *TIR* = 61.43%. Se observa la conveniencia de solicitar el financiamiento por \$1 500 000, ya que tanto el *VPN* como la *TIR* son superiores a los valores obtenidos sin financiamiento. Esto es lógico, ya que el uso de este dinero significa utilizar dinero más barato, puesto que mientras el préstamo tiene un costo de 34% anual, la empresa puede generar ganancias a una tasa de 38% anual.

■■■ Cálculo del *VPN* y la *TIR* con producción variable, sin inflación, con financiamiento

La empresa se programó para trabajar al inicio con un solo turno, y aun así presenta rentabilidad económica, es decir, con 33% de la capacidad instalada ya es conveniente, desde el punto de vista económico, instalar y operar la planta. Ahora se hará un cálculo utilizando 66% de la capacidad instalada, lo cual significará trabajar dos turnos completos.

El análisis se efectúa sin considerar inflación, ya que se ha demostrado que se obtienen resultados numéricos idénticos con y sin considerar inflación y, en definitiva, hacer cálculos sin inflación es mucho más sencillo.

En esta determinación no todos los costos varían proporcionalmente con el nivel de producción, es decir, existen costos que no cambiarán, sin importar la cantidad producida. Esto requiere realizar una clasificación de costos (tabla 5.2).

Se observará que el costo de ventas es mayor que el de un solo turno de trabajo. Esto obedece a que en el costo de ventas se encuentran comisiones por ventas, que es 0.5% del total de las ventas; como

ahora se producirá y venderá el doble, esta comisión también se duplica y a esto obedece el que se incremente el costo de ventas, para dar un total de costos fijos de \$2 317 370. Esta determinación no es totalmente exacta, puesto que también se elevaría el gasto del combustible para reparto, tal vez se tendría que contratar a un jefe de turno para el segundo turno de trabajo, etc.; es decir, será necesario hacer una serie de pequeños ajustes a los presupuestos de costos, pero con poco efecto para el costo total, que para un solo turno fue de \$23.6 millones de pesos.

Los demás rubros de costos de producción prácticamente se duplicarán pues, como se observa, son directamente proporciona-

Tabla 5.3

| Años | 1 a 3 | 4 y 5 |
|---------------------------------|--------|--------|
| + Ingreso | 26 502 | 53 004 |
| - Costos totales | 23 626 | 45 289 |
| = Utilidad antes de impuestos | 2 876 | 7 715 |
| - Impuestos 47% | 1 352 | 3 626 |
| = Utilidad después de impuestos | 1 524 | 4 089 |
| + Depreciación | 443 | 443 |
| = Flujo de efectivo | 1 967 | 4 531 |

les a la cantidad producida. La cantidad monetaria se calcula multiplicando por dos los costos de un solo turno de materia prima, envases y embalajes, energía eléctrica, agua, combustible y mano de obra directa, lo cual resulta ser de \$42 972 050.

Por lo tanto, el costo total para elaborar el doble de producción sería:

$$42\,972\,050 + 2\,317\,370 = \$45\,289\,420$$

Los ingresos también se duplicarían alcanzando la cifra de:

$$26\,502\,000 \times 2 = \$53\,004\,000$$

Con estos datos se construye un nuevo estado de resultados. Suponga que se trabajan dos turnos sólo en los años 4 y 5, de manera que en los años 1, 2 y 3 se mantenga operando un solo turno de trabajo. El estado de resultados sería el siguiente, expresado y redondeado a miles de pesos, para una producción anual de 1 050 y 2 100 toneladas anuales respectivamente (tabla 5.3).

Con estos datos se puede construir el siguiente diagrama de flujo (figura 5.6).

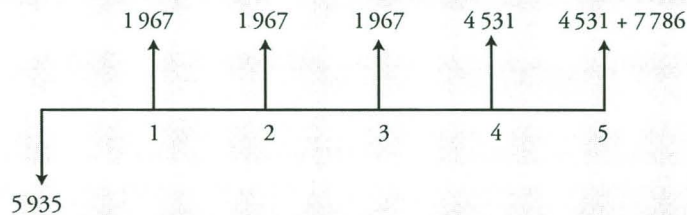


Figura 5.6 Diagrama de flujo para la evaluación económica sin inflación, financiamiento y producción constante.

Con una $TMAR = 15\%$ se calcula el VPN y la TIR .

$$VPN = -5\,935 + \frac{1\,967}{(1.15)^1} + \frac{1\,967}{(1.15)^2} + \frac{1\,967}{(1.15)^3} + \frac{4\,531}{(1.15)^4} + \frac{4\,531 + 7\,786}{(1.15)^5} = \$7\,240.44$$

y para la TIR se obtiene un valor de 44.61%.

Este resultado era de esperarse, ya que sin inversión adicional, se utiliza al doble la capacidad utilizada con un solo turno y la rentabilidad económica se eleva enormemente.

Desarrollo de estrategias de introducción al mercado con base en la rentabilidad obtenida

Suponga que la empresa elaboradora de mermeladas, ya con todos los análisis presentados, hubiera llegado a la conclusión de que, si bien es cierto que hay una demanda potencial insatisfecha para el producto, éste no se va a vender solo. A pesar de que se ha asignado un presupuesto de \$200 000 para publicidad (vea tabla 4.19), ahora se está planeando una estrategia de penetración al mercado con base en un precio más competitivo. La pregunta obvia es ¿cuál puede ser el precio por debajo de \$12.62 por unidad, para mantener el mínimo de rentabilidad?

La idea básica es, por supuesto, bajar el precio sin reducir la rentabilidad. Para empezar el análisis es necesario profundizar en conceptos básicos. Primero la $TMAR$ (tasa mínima aceptable de rendimiento), de la que en la página 196 se mostraron de forma somera las bases para su determinación.

La $TMAR$ tiene ese nombre porque implica que si se gana al menos esa tasa, el inversionista deberá invertir. En el caso de la empresa elaboradora de mermeladas, la TIR resultó ser de 27.67% (vea página 220), que es superior a la $TMAR$ de 15% y, por lo tanto, se acepta invertir; sin embargo, aunque la TIR hubiera sido de sólo 15%, lo cual la haría exactamente igual a la $TMAR$, la decisión también sería invertir, porque se estaría ganando lo mínimo aceptable. Si la inversión ofrece un rendimiento muy superior respecto de la $TMAR$, tanto mejor, pero en teoría, si al menos $TIR = TMAR$, se deberá invertir, por esta razón la tasa de ganancia es la mínima aceptable.

Por otro lado, también se demostró que determinar la rentabilidad económica de una inversión por medio del VPN (valor presente neto), sin tomar en consideración la inflación, o tomándola en cuenta, sin importar el valor de la inflación, genera exactamente el mismo resultado numérico, por lo tanto, el método del VPN permite tomar decisiones, independientemente de la inflación que ocurra en la econo-

Tabla 5.4 Basada en Tabla 4.32
(cantidades monetarias en miles)

| Concepto | Años 1 a 5 |
|---------------------------------|------------|
| Unidades vendidas por año | 2 100 000 |
| + Ingresos X | |
| - Costo de producción | 22 329 |
| - Costo de administración | 453 |
| - Costo de ventas | 844 |
| = Utilidad gravable | 1 629.09 |
| - Impuestos 47% | 765.67 |
| = Utilidad después de impuestos | 863.42 |
| + Depreciación | 443 |
| = Flujo neto de efectivo | 1 306.42 |

mía de un país en el futuro, pero con una condición: el nivel de ventas no va a variar en el futuro.

Si se aceptan las declaraciones anteriores, entonces el siguiente paso es determinar cuál es el precio mínimo, al que se pueden vender 2.1 millones de unidades de producto al año, para que la inversión aún siga siendo rentable. Con el mismo procedimiento utilizado para calcular la rentabilidad en la página 220 y, desde luego, con los mismos datos, se iguala el $VPN = 0$, ya que cuando el VPN es igual a cero, se está ganando exactamente la $TMAR$, que es el mínimo de rentabilidad que solicita el inversionista. Los datos son:

Inversión inicial = \$5 935 miles

Flujo neto de efectivo anual = \$1 967 miles

Valor de salvamento $VS = \$3 129$ miles

$TMAR = 15\%$

$$VPN = 0 = -5\,395 + X \left[\frac{(1.15)^5 - 1}{0.15(1.15)^5} \right] + \frac{3\,129}{(1.15)^5}$$

Como se observa, se pretende calcular el FNE mínimo para tener el mínimo de rentabilidad. Al resolver la ecuación anterior se obtiene que $X = \$1\,306.42$ miles. Con este dato se utiliza la tabla 4.35 modificada. En ella se deja como incógnita a los ingresos, se anota el flujo de efectivo mínimo que se debe ganar. Los datos de costos de producción, administración y ventas son los mismos, ya que se van a seguir produciendo 2.1 millones de unidades de producto al año.

Al calcular $X = 25\,255.09$, que en unidades monetarias, ya sin expresarlas en miles, corresponde a \$25 255 090 de ingresos mínimos para ganar el mínimo de rentabilidad. Si se producen 2.1 millones de unidades por año, entonces el precio unitario mínimo sería de \$12.026, lo cual hace una diferencia de \$0.59 respecto al precio anterior que era de \$12.62.

Planteamiento de estrategias.

1. La primera y obvia estrategia es vender el producto \$0.59 más barato y acordar con los distribuidores y detallistas esta disminución de precio. Los \$200 000 asignados a publicidad podrían enfocarse a esta disminución de precio, lo cual, sin duda, haría más competitivo al producto, esperando ganar un poco de mercado extra.
2. Si es posible vender el producto a \$12.62 por unidad, pero se ha calculado que con un precio de venta de \$12.026 es suficiente para ganar la rentabilidad mínima de 15% anual sobre la inversión, entonces otra estrategia es seguir vendiendo a \$12.62 y tomar la diferencia de precio $\$0.59 \times 2\,100\,000 = \$1\,239\,000$ para promociones. Por ejemplo, se puede hacer una campaña de degustación en tiendas de autoservicio o en hospitales (recuerde que se está elaborando mermelada para diabéticos), a fin de dar a conocer el producto y elevar sus ventas. Este dinero se gastaría en forma adicional a los \$200 000 que ya están asignados para publicidad.
3. Seguir vendiendo el producto a \$12.62 por unidad y tomar el excedente de \$1 239 000 para promover el producto por otros medios, sobre todo en la televisión que es un medio muy caro pero efectivo para la publicidad.

Observe que estas estrategias están basadas en que se producen y venden 2.1 millones de unidades por año. En el apartado "Nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable. Riesgo tecnológico", se determina que vendiendo cada unidad a \$12.62 se podrían producir y vender 780 ton de producto, 1 560 000 unidades anuales para obtener el mínimo de rentabilidad de 15%. Con estos datos se puede fijar más claramente una estrategia.

Hay un rango de precio unitario de venta sobre el que puede oscilar el producto, que es entre \$12.62 y \$12.026. Si se vendieran 2.1 millones de unidades al año, el precio podría ser \$12.026, pero si la venta disminuyera, sobre todo al principio, cuando la nueva planta inicia operaciones, el precio podría ser un poco mayor, dado que la introducción al mercado siempre es lenta para nuevos productos. Ahora la pregunta sería ¿cuál es el precio que se debe asignar y el momento preciso para hacerlo?

Con un enfoque simplista del problema y en el supuesto de que las ventas son constantes, es decir, no tienen fluctuaciones estacionales, se puede decir que si la meta es vender 2.1 millones de unidades al

año, entonces se deben vender, en promedio, 175 000 unidades al mes y unas 40 400 unidades a la semana. Una vez que transcurran varias semanas o meses de venta, se haría la comparación entre la venta planeada teóricamente y la venta real. De acuerdo con la diferencia obtenida, que puede ser positiva o negativa, será el precio asignado, aunque podría parecer que hay una contradicción. Mientras más se vende es posible disminuir más el precio, y si no se vende mucho, entonces no es posible disminuir el precio, pues disminuye la rentabilidad.

Precisamente, la visión estratégica se relaciona con este tipo de decisiones. Suponga que han transcurrido seis meses de venta del primer año de operación y que sólo se han vendido 700 000 unidades. Si se ha vendido cada unidad en \$12.62, entonces se deberían haber vendido a los seis meses un total de 780 000 unidades, de forma que se tienen otros seis meses como máximo para vender la cuota normal de 6 meses más 80 000 unidades extras, de forma que habrá que revisar los medios de publicidad empleados, cuota de venta por vendedor, pensar en contratar a otro gerente de ventas, etc. Pero si el producto se ha vendido a \$12.026 la unidad, entonces la cuota de ventas que se tendría que haber alcanzado es 1.05 millones de unidades, en cuyo caso, no sólo se tendrían que revisar los puntos mencionados, sino cuestionar seriamente los medios utilizados para la promoción del producto, y la efectividad de cada uno de ellos, ya que el diferencial de precio se supone que se ha empleado exclusivamente para promoción, incluso se puede pensar en nuevas formas de vender el producto, por ejemplo, mediante tecnologías como e-commerce, o expandir el área de mercado a ciudades mucho más alejadas.

Conclusiones de la evaluación económica

Es muy conveniente invertir en una empresa elaboradora de mermelada de fresa bajo la directriz que está marcando el presente estudio. Al trabajar un solo turno de ocho horas diarias, la inversión presenta una rentabilidad económica aceptable, ya que el $VPN > 0$ y la $TIR > TMAR$. Al solicitar un financiamiento de 25.27% del capital total, equivalente a \$1 500 000, la rentabilidad económica se eleva, por lo que es recomendable solicitar el financiamiento, aunque existe el indicador contable *número de veces que se gana el interés* con un valor de 6.76 que no llega al mínimo que solicitan las instituciones financieras que es de 7, por lo que parece difícil que se obtenga este financiamiento. Probablemente disminuyendo el financiamiento unos \$100 000 se cumpla con la exigencia en el valor del *número de veces que se gane el interés*.

Por otro lado, elevar la producción laborando dos turnos de trabajo elevaría enormemente la rentabilidad económica, por lo que se recomienda este incremento en la producción en la medida en que lo permitan las condiciones del mercado.²

² El contenido del ejemplo que aparece en este capítulo es producto del Proyecto de Investigación DEPI1970185.



Preguntas y problemas

- Si un proyecto se evalúa por medio de la TIR , con FNE constantes y con FNE inflados, señale cómo se debe reinterpretar el valor obtenido de la TIR en cada caso.
- ¿Cuáles son las restricciones para evaluar un proyecto con FNE constantes?
- Mencione por qué debe sumarse el valor de salvamento a los FNE cuando se evalúa un proyecto.
- ¿En qué casos debe emplearse el VPN y en qué casos la TIR , como métodos para evaluar un proyecto?
- Diga cómo se afecta el valor de la TIR si existe un financiamiento externo.
- Si se pronostica que en las operaciones futuras de la empresa habrá una pérdida en el año 2, con lo cual su FNE se volvería negativo en ese año, ¿este hecho afecta el cálculo de la TIR ?
- ¿Por qué es válido que algunas razones financieras se obtengan sin tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo?
- ¿Por qué es erróneo calcular el rendimiento sobre la inversión por medio de las razones financieras?
- ¿Cómo se lleva a cabo un análisis de sensibilidad sobre la TIR de un proyecto?

10. ¿Sobre qué variables del proyecto se recomendaría realizar un análisis de sensibilidad y por qué?
11. Mencione cuál es la principal aplicación de los métodos de evaluación relación B/C y costo anual.



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.

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.