

10

CAPÍTULO DIEZ

PRESUPUESTO DE CAPITAL Y RIESGO

MUCHO TIEMPO ANTES DE QUE se desarrollaran las teorías modernas que relacionan el riesgo y el rendimiento, los administradores financieros inteligentes ya efectuaban ajustes por riesgo en el presupuesto de capital. Sabían que los proyectos riesgosos eran, si todo lo demás permanece constante, menos valiosos que los seguros; eso es sentido común. Por lo tanto, demandaban tasas de rendimiento más altas por los proyectos riesgosos, o basaban sus decisiones sobre proyectos riesgosos en pronósticos conservadores de flujos de efectivo del proyecto.

Hoy en día, casi todas las compañías parten del *costo de capital de la empresa* como una referencia de la tasa de descuento ajustada por riesgo para nuevas inversiones. El costo de capital de la empresa es el costo de oportunidad del capital invertido en la compañía tomada como un todo. Por lo regular, se calcula como un costo promedio ponderado de capital, es decir, la tasa de rendimiento promedio exigida por los inversionistas en la deuda y los títulos de capital de la empresa. En este capítulo, nuestra primera tarea es explicar cuándo se usa el costo de capital de la empresa para descontar los flujos de efectivo del proyecto. Veremos que es la tasa de descuento correcta para proyectos que tienen el mismo riesgo que los negocios que ya tiene la empresa, pero si un proyecto es proporcionalmente más riesgoso que la empresa en su conjunto, el costo de capital *del proyecto* es más elevado. Por el contrario, el costo de capital de un proyecto seguro es menor.

La parte más difícil en el cálculo del costo de capital de la empresa es hallar la tasa de rendimiento esperada por

sus accionistas. Muchas empresas recurren al modelo de valuación de activos de capital (CAPM) en búsqueda de una respuesta. De acuerdo con el CAPM, el rendimiento esperado es igual a la tasa de interés libre de riesgo r_f más una prima de riesgo que depende de la beta y de la prima de riesgo del mercado $r_m - r_f$:

$$\text{Rendimiento esperado} = r_f + \text{beta} \times (r_m - r_f)$$

En el último capítulo usamos esta fórmula para calcular las tasas de rendimiento esperadas de una muestra de acciones ordinarias, aunque explicamos poco sobre el modo de estimar beta. Por desgracia, la beta no puede encontrarse en los periódicos ni siguiendo unos cuantos cambios diarios o mensuales en el precio de una acción. Sin embargo, por lo general puede obtenerse una medida aproximada examinando cómo ha respondido el precio de la acción, en promedio, a las fluctuaciones históricas del mercado. Los administradores financieros inteligentes también revisan las betas promedio de los portafolios de empresas similares. Las betas estimadas para portafolios son más exactas que las betas estimadas para empresas individuales.

A veces no se tiene la beta, o las estimaciones que se obtienen de ella no son más que basura estadística. En esos casos, se evalúa el apalancamiento operativo del proyecto (la proporción entre su costo fijo y su costo variable) y se pregunta si sus futuros flujos de efectivo serán inusualmente sensibles al ciclo económico. Los proyectos cíclicos con alto apalancamiento operativo tienen betas elevadas. Pero debe tenerse cuidado de no confundir el riesgo diversifica-

ble con el riesgo del mercado. El primero no incrementa el costo de capital.

Las betas varían de proyecto a proyecto y también a lo largo del tiempo. Por ejemplo, algunos proyectos son más riesgosos en las primeras etapas que en las últimas, y necesitaríamos una tasa de descuento más alta para su etapa de arranque. Pero en casi todos los casos, los administradores financieros suponen que el riesgo del proyecto es el mismo

en todos los periodos futuros y utilizan una sola tasa de descuento ajustada por riesgo para todos los flujos de efectivo futuros. Utilizaremos los *equivalentes ciertos* para ilustrar cómo el riesgo de proyectos ordinarios se acumula a lo largo del tiempo.

Cerraremos este capítulo con un breve estudio del riesgo y de las tasas de descuento para proyectos internacionales.

10.1 COSTOS DE CAPITAL DE LA EMPRESA Y DEL PROYECTO

El **costo de capital de la empresa** se define como el rendimiento esperado de un portafolio que contiene todos los títulos existentes de la empresa. Es el costo de oportunidad del capital invertido en los activos de la empresa y, por lo tanto, la tasa de descuento apropiada para proyectos de riesgo promedio de la empresa.

Si la empresa no tiene una cantidad significativa de saldo de deuda, entonces el costo de capital de la empresa es tan sólo la tasa de rendimiento esperado de su acción. Muchas empresas grandes y exitosas encajan en este caso especial, incluido Microsoft. En la tabla 9.2 estimamos que los inversionistas requerían un rendimiento de 12.9% de la acción de Microsoft. Si ésta contempla una expansión de sus negocios, tendría sentido descontar los flujos de efectivo previstos a 12.9%.

El costo de capital de la empresa *no* es la tasa de descuento correcta si los proyectos nuevos son más o menos riesgosos que el negocio existente de la compañía. En principio, cada proyecto debería valuarse a su *propio* costo de oportunidad del capital. Éste es un efecto claro del principio de aditividad de valor que se introdujo en el capítulo 8. El valor de una empresa compuesta de los activos A y B es:

$$\begin{aligned}\text{Valor de la empresa} &= VP(AB) = VP(A) + VP(B) \\ &= \text{suma de los valores de los activos por separado}\end{aligned}$$

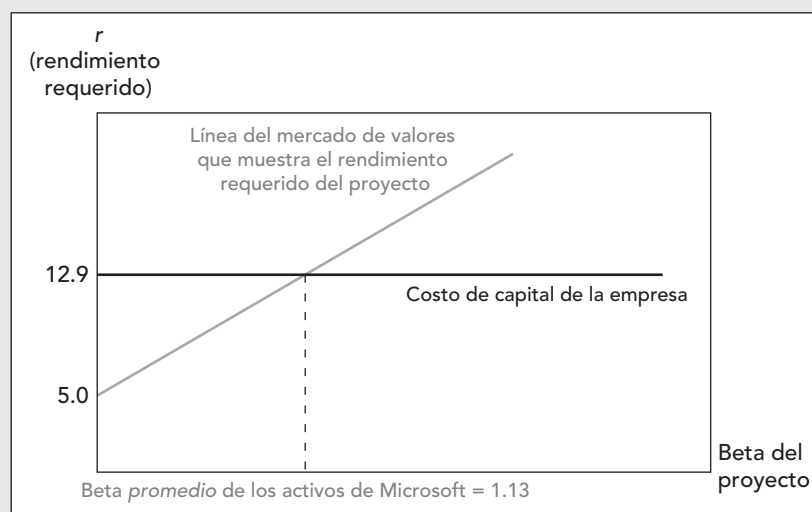
Aquí el $VP(A)$ y el $VP(B)$ se valúan como si fueran miniempresas en las cuales los accionistas invertirían directamente. Los inversionistas valuarían A descontando sus flujos de efectivo futuros a una tasa que reflejara el riesgo de A. Valuarían B descontando a una tasa que reflejara el riesgo de B. En general, las dos tasas de descuento serán diferentes. Si el valor presente de un activo dependiera de la identidad de la empresa que lo adquirió, los valores presentes *no* se sumarían, pero sabemos que lo hacen. (Considere un portafolio con un millón de dólares invertido en Pfizer y otro millón invertido en Bank of America. ¿Algún inversionista razonable diría que el portafolio vale más o menos que 2 millones de dólares?)

Si la empresa piensa invertir en un tercer proyecto C, también valuaría C como si fuera una miniempresa. Es decir, la empresa descontaría los flujos de efectivo de C a la tasa de rendimiento esperada que los inversionistas exigirían por realizar una inversión separada en C. *El verdadero costo de capital depende del uso que se hace del capital.*

Esto significa que Microsoft aceptaría cualquier proyecto que ofreciera una compensación mayor que su beta. En otras palabras, Microsoft aceptaría cualquier proyecto que estuviera por encima de la línea del mercado de valores con pendiente positiva que vincula el rendimiento esperado con el riesgo en la figura 10.1. Si el proyecto es de alto riesgo, Microsoft necesita una mayor esperanza de rendimiento que si el proyecto es de bajo riesgo. Ahora contrastemos la regla del costo de capital de la empresa, la cual acepta cualquier proyecto, *sin importar su riesgo*, en la medida en la que ofrezca un rendimiento superior al costo de capital de la empresa. En términos de la figura 10.1, la regla muestra que Microsoft aceptará cualquier proyecto que esté por encima de la línea hori-

FIGURA 10.1

Una comparación entre la regla del costo de capital de la empresa y el rendimiento requerido bajo el modelo de valuación de activos de capital. El costo de capital de Microsoft es de casi 12.9%. Ésta es la tasa de descuento correcta sólo si la beta del proyecto es de 1.13. En general, la tasa de descuento correcta se incrementa conforme lo hace la beta del proyecto. Microsoft aceptaría proyectos con tasas de rendimiento que estuvieran por encima de la línea del mercado de valores, la cual relaciona el rendimiento requerido con la beta.



zontal del costo de capital, o sea, cualquier proyecto que ofrezca un rendimiento mayor que 12.9%.

Claramente, sería tonto sugerir que Microsoft demandaría la misma tasa de rendimiento de un proyecto muy seguro que de uno muy riesgoso. Si Microsoft utilizara la regla del costo de capital de la empresa, rechazaría muchos buenos proyectos de bajo riesgo y aceptaría muchos pobres de alto riesgo. También sería ingenuo sugerir que sólo porque otra empresa tenga un bajo costo de capital, aceptaría proyectos que Microsoft rechazaría.

La noción de que cada empresa sólo necesita una tasa de descuento o costo de capital está muy extendida, pero está lejos de ser universal. Muchas empresas requieren diferentes rendimientos de las distintas categorías de inversión. Por ejemplo, se podrían establecer las tasas de descuento como a continuación:

Categoría	Tasa de descuento
Inversiones especulativas	30%
Productos nuevos	20
Expansión del negocio actual	15 (costo de capital de la empresa)
Reducción de costos, tecnología conocida	10

Afinación perfecta y costo de capital

El verdadero costo de capital depende del riesgo del proyecto, mas no de la empresa que emprende el proyecto. Entonces, ¿por qué se dedica tanto tiempo a calcular el costo de capital de la empresa?

Existen dos razones. Primero, muchos proyectos (tal vez la mayoría) pueden considerarse de riesgo promedio, es decir, ni más ni menos riesgosos que el promedio de los otros activos de la empresa. Para estos proyectos, el costo de capital de la empresa es la tasa de descuento correcta. Segundo, el costo de capital de la empresa es un punto de partida útil para establecer las tasas de descuento de proyectos inusualmente riesgosos o seguros. Es más fácil sumar o restar al costo de capital de la empresa que calcular desde cero el costo de capital de cada proyecto.

Aquí hay una buena analogía musical. Casi todos nosotros, que carecemos de oído absoluto, necesitamos un punto de referencia bien definido, como el do central, antes de que podamos cantar a tono. Pero quienquiera que cante bien, consigue tonos *relativamente* correctos. La gente de negocios, por su parte, tiene buena intuición sobre los riesgos *relativos*, al menos en las industrias que conocen, pero no sobre riesgos absolutos ni tasas de rendimiento requeridas. Por lo tanto, establecen un costo de capital de toda una empresa como punto de referencia. Ésta no es la tasa mínima correcta para todo lo que la empresa hace, pero es posible hacer ajustes para negocios más o menos riesgosos.

Dicho lo anterior, tenemos que admitir que muchas empresas grandes no sólo usan el costo de capital de la empresa como referencia, sino también como una tasa de descuento multiusos para cualquier propuesta de inversión. Es difícil medir objetivamente los distintos riesgos, y los administradores financieros rehúyen las riñas intraempresariales. (“¡Mis proyectos son más seguros que los tuyos. Exijo una tasa de descuento menor!” “¡No, no lo son. Tus proyectos son más riesgosos que una opción de compra descubierta!”)¹

Cuando las empresas obligan a usar un solo costo de capital de la empresa, el ajuste de riesgos pasa de la tasa de descuento a los flujos de efectivo proyectados. La administración principal demandaría pronósticos de flujos de efectivo conservadores para los proyectos más riesgosos. Quizá se nieguen a aprobar un proyecto muy riesgoso a menos que su VPN, calculado al costo de capital de la empresa, esté muy por arriba de cero. Los ajustes improvisados al riesgo son mejores que nada.

Deuda y costo de capital de la empresa

Definimos el costo de capital de la empresa como “el rendimiento esperado de un portafolio que contiene todos los títulos existentes de la empresa”. Habitualmente, ese portafolio incluye deuda y capital propio. Por ende, el costo de capital se calcula como una mezcla del costo de la deuda (la tasa de interés) y el costo de capital propio (la tasa de rendimiento esperada exigida por los inversionistas en el capital ordinario de la empresa).

Si poseyéramos un portafolio con todos los títulos de la empresa —100% de deuda y 100% de capital propio—, seríamos dueños de todos los activos de ésta. No compartiríamos los flujos de efectivo con nadie más; recibiríamos cada dólar del efectivo que pagara la empresa. Pensemos en el costo de capital de la empresa como si fuera el rendimiento esperado de este portafolio hipotético. Para calcularlo, sólo hay que tomar un promedio ponderado de los rendimientos esperados de la deuda y del capital propio:

$$\begin{aligned} \text{Costo de capital de la empresa} &= r_{\text{activos}} = r_{\text{portafolio}} \\ &= \frac{\text{deuda}}{\text{deuda} + \text{capital propio}} r_{\text{deuda}} + \frac{\text{capital propio}}{\text{deuda} + \text{capital propio}} r_{\text{capital propio}} \end{aligned}$$

Por ejemplo, supongamos que el balance general de la empresa a valor de mercado es:

Valor del activo	100	Valor de la deuda (D)	30
		Valor del capital propio (E)	70
Valor del activo	100	Valor de la empresa (V)	100

Advierta que los valores de la deuda y del capital propio suman en total el valor de la empresa ($D + E = V$) y que el valor de ésta es igual al valor del activo. Estas cifras son los valores de *mercado*, mas no los valores *contables* (o sea, en libros): a menudo el valor de mercado del capital propio de la empresa es muy diferente de su valor en libros.

¹ Una opción de compra “descubierta” se adquiere sin una posición compensatoria (cobertura) en la acción subyacente o en otras opciones. En el capítulo 21 abordamos dichas opciones.

Si los inversionistas esperan un rendimiento de 7.5% de la deuda y 15% del capital propio, entonces el rendimiento esperado de los activos debe ser:

$$\begin{aligned} r_{\text{activos}} &= \frac{D}{V} r_{\text{deuda}} + \frac{E}{V} r_{\text{capital propio}} \\ &= \left(\frac{30}{100} \times 7.5 \right) + \left(\frac{70}{100} \times 15 \right) = 12.75\% \end{aligned}$$

Si la empresa contempla invertir en un proyecto que tenga el mismo riesgo que los negocios con los que ya cuenta la empresa, el costo de oportunidad del capital de este proyecto es el mismo que el costo de capital de la empresa; en otras palabras, es de 12.75%.

Nótese que el costo de capital de la empresa no es el costo de la deuda ni el costo de capital propio, sino un promedio. Por lo tanto, la combinación se denomina típicamente **costo promedio ponderado de capital**, o “CPPC”. La estimación del CPPC no es más que una nimiedad complicada, sobre todo cuando se agregan los impuestos y se tienen que considerar los cambios en las razones de deuda. Por ejemplo, como el interés es un gasto deducible de impuesto para las empresas, el costo de la deuda después de impuestos es $r_D(1 - T_c)$, donde T_c es la tasa impositiva empresarial, por lo que

$$\text{CPPC después de impuestos} = r_D(1 - T_c) \frac{D}{V} + r_E \frac{E}{V}$$

Aplazaremos estas complicaciones hasta los capítulos 18 y 20. En éste nos concentraremos en la medición del costo de capital propio. Pero, por favor, no debe intentarse calcular y utilizar el costo promedio ponderado de capital para cualquier caso práctico, salvo que al menos se hayan leído los capítulos 18 y 20.

10.2 MEDICIÓN DEL COSTO DE CAPITAL PROPIO

Supongamos que piensa en una expansión general de su empresa. Tal inversión tendría casi el mismo grado de riesgo que el negocio existente; por lo tanto, descontaría los flujos de efectivo al costo promedio ponderado de capital. Para calcular dicho costo, necesitaría una estimación del costo de capital propio.

Decide, entonces, utilizar el modelo de valuación de activos de capital (CAPM). No está solo: como vimos en el último capítulo, casi todas las grandes empresas de Estados Unidos utilizan el CAPM para calcular el costo de capital propio.² El CAPM dice que:

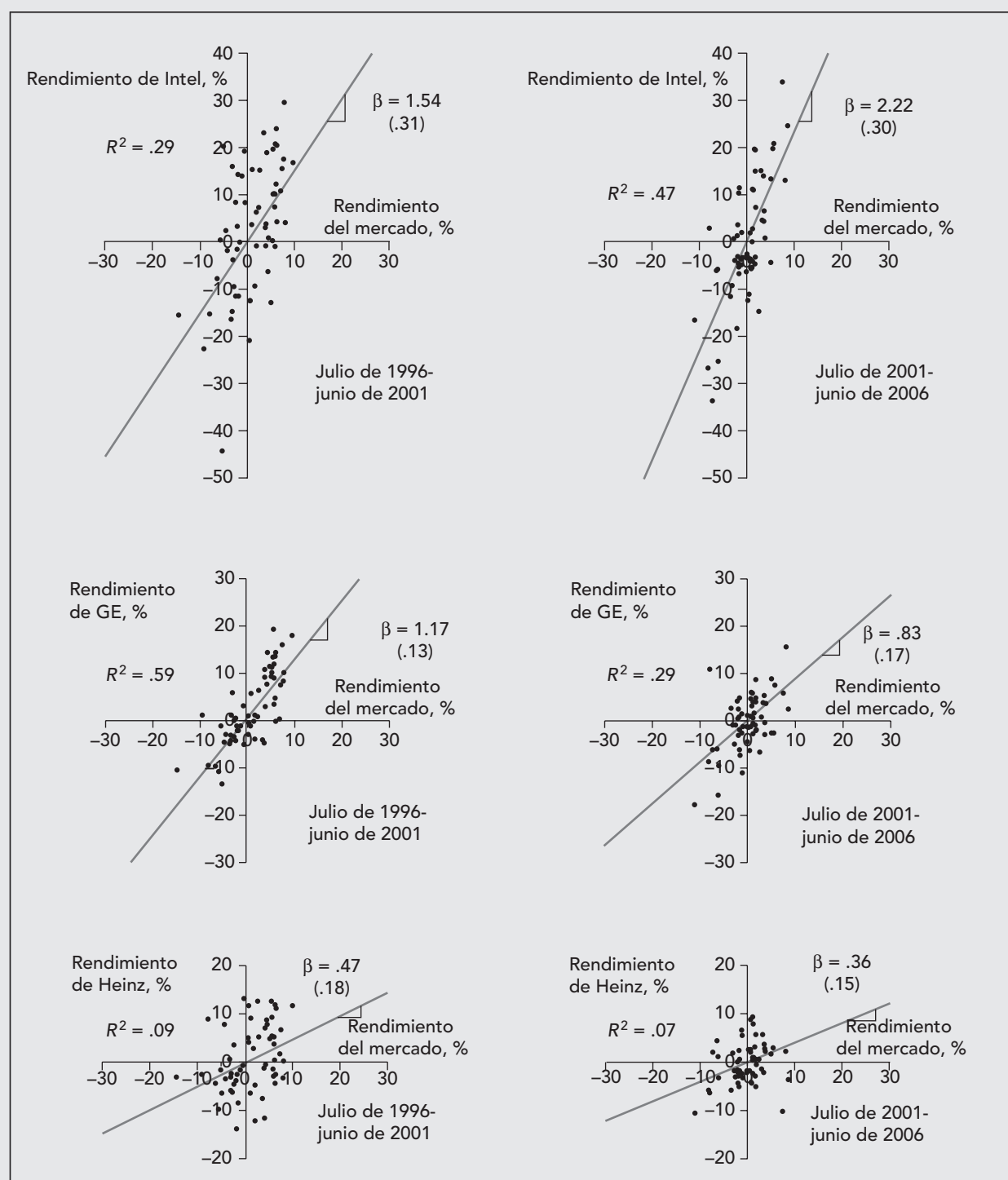
$$\text{Rendimiento esperado de la acción} = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

Ahora ya estimó la beta; veamos cómo se hace eso en la práctica.

Estimación de la beta

En principio, nos interesa la beta futura de la acción de la empresa, pero al carecer de una esfera de cristal, recurrimos primero a la información histórica. Por ejemplo, examinemos el diagrama de dispersión superior izquierdo de la figura 10.2. Cada punto representa el rendimiento de la acción de Intel y el rendimiento del mercado en determinado mes. La gráfica va desde julio de 1996 hasta junio de 2001, por lo que en total hay 60 puntos.

² Por supuesto, el CAPM no tiene la última palabra sobre riesgo y rendimiento, aunque los procedimientos y principios presentados en este capítulo también sirven para otros modelos, como el modelo de tres factores de Fama y French.

**FIGURA 10.2**

Hemos usado rendimientos históricos para calcular las betas de tres acciones durante los periodos de julio de 1996 a junio de 2001 (diagramas de la izquierda), y de julio de 2001 a junio de 2006 (diagramas de la derecha). La beta es la pendiente de la línea ajustada. Observe que en ambos periodos Intel tuvo la beta más alta y Heinz la más baja. Los errores estándar están entre paréntesis debajo de las betas. El error estándar muestra el intervalo del posible error del estimador de la beta. Asimismo, presentamos la proporción del riesgo total debida a las fluctuaciones del mercado (R^2).

El segundo diagrama de la izquierda muestra una gráfica similar para los rendimientos de la acción de GE, y el tercero representa la gráfica de Heinz. En cada caso dibujamos una línea ajustada a los puntos, cuya pendiente es una estimación de la beta,³ la cual nos dice cuánto cambió en promedio el precio de la acción por cada aumento de 1% en el índice del mercado.

Los diagramas de la derecha muestran gráficas similares para las mismas tres acciones durante el periodo subsecuente que termina en junio de 2006. Aunque las pendientes variaron entre el primero y el segundo periodos, queda poca duda de que la beta de Heinz es mucho menor que la de Intel o que la de GE está entre las dos. Si hubiéramos utilizado la beta histórica de cada acción para predecir su beta futura, no habríamos estado muy lejos de las de GE y Heinz, aunque nos habríamos equivocado con la de Intel, la cual se incrementó de .7 a 2.22 en el último periodo.

Sólo una pequeña porción del riesgo total de cada acción proviene de los movimientos del mercado. El resto es el riesgo único, el cual aparece en la dispersión de los puntos en torno a las líneas ajustadas de la figura 10.2. *R-cuadrada* (R^2) mide la proporción de la varianza total de los rendimientos accionarios explicada por los movimientos del mercado. Por ejemplo, de 2001 a 2006 la R^2 de Intel fue de .47. En otras palabras, casi la mitad del riesgo de Intel se debió al riesgo del mercado, y la otra mitad al riesgo único. La varianza de los rendimientos de la acción de Intel fue de 1 901.⁴ De ahí que se afirme que la varianza de los rendimientos accionarios debida al mercado fue de $.47 \times 1\,901 = 893$, y la varianza por riesgo único fue de $.53 \times 1\,901 = 1\,008$.

Las estimaciones de la beta de la figura 10.2 son sólo eso. Se basan en los rendimientos de las acciones durante 60 meses concretos. El ruido en los rendimientos llega a distorsionar la beta verdadera. Por lo tanto, los estadísticos calculan el *error estándar* de la beta estimada para mostrar el grado de posible error de medición. A continuación establecen un *intervalo de confianza* del valor estimado de más o menos dos errores estándar. Por ejemplo, el error estándar de la beta estimada de GE para el periodo más reciente es de .17. Por lo tanto, el intervalo de confianza para la beta de GE es de .83 más o menos $2 \times .17$. Si se afirma que la beta *verdadera* de GE está entre .49 y 1.17, se tiene 95% de probabilidades de estar en lo correcto. Advierta el lector que tenemos más confianza en nuestra estimación de la beta de Heinz que en la de Intel.

Por lo regular, se tendrá más información (y, en consecuencia, más confianza) que lo que sugiere este simple cálculo. Por ejemplo, se sabe que la beta estimada de Heinz estaba muy por debajo de uno en el primer periodo, mientras que la de Intel estaba muy por encima de uno. Empero, siempre hay un gran margen de error al momento de calcular la beta de acciones individuales.

Por suerte, los errores de estimación se cancelan cuando se estiman betas de *portafolios*.⁵ Por eso muchas veces los administradores financieros recurren a las *betas de la industria*. Por ejemplo, la tabla 10.1 muestra estimaciones de beta y los errores estándar de dichas estimaciones de las acciones ordinarias de seis grandes empresas ferroviarias. Cuatro de los errores estándar están por encima de .2, lo suficientemente grandes para descartar un cálculo preciso para cualquier beta de empresas ferroviarias. Sin embargo, la tabla también indica la beta estimada de un portafolio que contiene las seis acciones de empresas ferroviarias. Vea que la beta estimada de la industria es un tanto más confiable, lo cual se indica con el menor error estándar.

³ Obsérvese que se debe correr una regresión de los *rendimientos* de las acciones contra los *rendimientos* del mercado. Se obtendría una estimación muy similar si simplemente se utilizaran los *cambios* porcentuales en el precio de la acción y el índice del mercado. Pero a veces los analistas cometen el error de correr una regresión del *nivel* del precio de la acción contra el *nivel* del índice, ante lo cual obtienen resultados absurdos.

⁴ Ésta es una cifra anual; anualizamos la varianza mensual multiplicando por 12 (vea la vigésima nota al pie de página del capítulo 8). La desviación estándar fue de $\sqrt{1\,901} = 43.6\%$.

⁵ Si las observaciones son independientes, el error estándar de la beta media estimada disminuye en proporción de la raíz cuadrada del número de acciones en el portafolio.

	$\beta_{\text{capital propio}}$	Error estándar
Burlington Northern Santa Fe	0.83	0.19
Canadian Pacific	0.90	0.31
CSX	0.99	0.20
Kansas City Southern	1.02	0.24
Norfolk Southern	0.78	0.26
Union Pacific	0.69	0.18
Portafolio de la industria	0.87	0.16

TABLA 10.1

Estimaciones de betas y errores estándar para una muestra de grandes empresas ferroviarias, así como para un portafolio con proporciones iguales de estas empresas, basadas en rendimientos mensuales desde octubre de 2001 hasta septiembre de 2006. La precisión de la beta del portafolio es mejor que la de las betas de las empresas individuales (note el menor error estándar del portafolio).

Rendimiento esperado de las acciones ordinarias de Union Pacific Corporation

Supongamos que a finales de 2006 debe calcularse el costo de capital de la empresa de Union Pacific. La tabla 10.1 proporciona dos pistas sobre la verdadera beta de la acción de Union Pacific: el cálculo directo de .69 y el cálculo promedio para la industria de .87. Utilizaremos el promedio de la industria de .87.⁶

El siguiente problema es saber qué valor usar para la tasa de interés libre de riesgo. El CAPM funciona periodo por periodo y requiere una tasa de interés a corto plazo. En octubre de 2006, las tasas de interés tanto a corto como largo plazo se ubicaron alrededor de 5.0%. La pregunta es: ¿proporcionaría una tasa de descuento basada en una tasa a corto plazo de 5.0%, la tasa de descuento correcta para flujos de efectivo de 10 o 20 años en el futuro?

Bueno, ahora que se menciona, tal vez no. Pero tampoco se puede usar la tasa a largo plazo, porque se definió y midió la prima de riesgo del mercado como la diferencia promedio entre los rendimientos del mercado y las tasas de las letras del Tesoro *a corto plazo*. Sugerimos iniciar estimando el rendimiento esperado de las letras del Tesoro durante la vida del proyecto. En el capítulo 4 observamos que los inversionistas requerían una prima de riesgo por mantener bonos de largo plazo en lugar de letras. La tabla 8.1 mostró que en el siglo pasado la prima de riesgo había promediado casi 1.2%. Por lo que para obtener una estimación aproximada, pero razonable, del rendimiento esperado a largo plazo de una inversión en letras del Tesoro, tenemos que restar 1.2% a la tasa de rendimiento actual de los bonos de largo plazo. En nuestro ejemplo:

$$\begin{aligned}\text{Rendimiento esperado} &= \text{rendimiento de los bonos a largo plazo} - 1.2\% \\ \text{a largo plazo} &= 5.0 - 1.2 = 3.8\%\end{aligned}$$

Éste es un cálculo factible del rendimiento esperado promedio futuro de las letras del Tesoro. En consecuencia, utilizamos esta tasa en nuestro ejemplo.

En ocasiones, la tasa de largo plazo del Tesoro se usa sin ajustes. Si se emplea este atajo, entonces la prima de riesgo del mercado se tiene que reescribir como la diferencia promedio entre los rendimientos de mercado y los rendimientos *a largo plazo* del Tesoro.

⁶ Sería confuso comparar la beta de Union Pacific con la de las otras empresas ferroviarias si Union Pacific tuviera una razón de deuda considerablemente más alta o más baja. Por suerte, su razón de deuda estuvo cerca del promedio de la muestra de la tabla 10.1.

Regresemos a nuestro ejemplo de Union Pacific. Supongamos que se decide utilizar una prima de riesgo del mercado de 7%. Entonces, la estimación resultante del costo de capital propio de Union Pacific es de 9.9%:

$$\begin{aligned}\text{Costo de capital propio} &= \text{rendimiento esperado} = r_f + \beta(r_m - r_f) \\ &= 3.8 + .87 \times 7.0 = 9.9\%.\end{aligned}$$

Siempre es útil verificar tales estimaciones. En este caso, podemos revisar la tabla 5.3, la cual muestra las estimaciones de capital propio basadas en el modelo del FED para Union Pacific y el promedio de las ferroviarias. Dichos cálculos del FED son muy elevados: de 14.6% para Union Pacific y 15.2% para la industria. ¿Son las estimaciones del FED demasiado elevadas (como lo sospechamos) o las estimaciones del CAPM demasiado bajas? Podría seguir verificando con los modelos del FED y diferentes tasas de crecimiento futuro,⁷ o tal vez con el modelo de tres factores. En la sección 9.4 mostramos cómo usar el modelo de tres factores para estimar rendimientos esperados.

10.3

DETERMINACIÓN DE TASAS DE DESCUENTO CUANDO NO SE TIENE LA BETA

Las betas accionarias y de industria proveen una guía aproximada del riesgo de varios tipos de negocios, pero una beta de los activos del negocio ferroviario no es más que una aproximación. No todas las inversiones realizadas en dicha industria tienen un riesgo promedio. Y el primero que utilice las redes de vías férreas como antenas de transmisión interplanetaria ni siquiera tendrá una beta útil de la industria con la cual empezar.

En algunos casos, un activo se negocia públicamente. Si es así, estimamos el riesgo con base en los precios pasados. Supongamos que su empresa desea valorar el riesgo de una inversión en bienes raíces comerciales, por ejemplo, en un gran edificio para las oficinas centrales de la empresa. Aquí la compañía puede recurrir a los índices de precios de bienes raíces, los rendimientos de ventas y las valuaciones de propiedades comerciales.⁸

¿Qué debería hacer un administrador si el precio de un activo no tiene un antecedente tan conveniente? ¿Y si la inversión propuesta no está lo bastante cerca del negocio habitual como para justificar el uso del costo de capital de la empresa?

Claramente, estos casos requieren un análisis. Para los administradores que realizan ese tipo de análisis, ofrecemos tres consejos.

1. *Evitar factores adicionales.* No hay que caer en la tentación de agregar factores adicionales a la tasa de descuento para compensar por las cosas que podrían ir mal con la inversión propuesta. Primero deben ajustarse los flujos de efectivo previstos.
2. *Pensar en los determinantes de las betas de los activos.* Muchas veces se observan las características de los activos de baja y alta beta, pero no la beta en sí.
3. *No dejarse engañar por el riesgo diversificable.*

Desarrollemos estos puntos.

⁷ La tasa de crecimiento promedio en la tabla 5.3 es de casi 14%, una tasa alta para un proyecto permanente. Un modelo de FED de varias etapas generaría estimaciones del costo de capital propio cercanas a la estimación del CAPM.

⁸ Vea el capítulo 23 de D. Geltner, N. G. Miller, J. Clayton y P. Eichholtz, *Commercial Real Estate Analysis and Investments*, 2a. ed. (South-Western College Publishing, 2006).

Evitar factores adicionales en las tasas de descuento

Hemos definido el riesgo, desde el punto de vista del inversionista, como la desviación estándar del rendimiento de un portafolio o la beta de una acción ordinaria u otro título, pero en el lenguaje cotidiano hablamos de *riesgo* para referirnos simplemente al peligro de que se tengan “malos resultados”. La gente cree que los riesgos de un proyecto son una lista de cosas que podrían salir mal. Por ejemplo,

- Un geólogo que busca petróleo se preocupa por el riesgo de un pozo seco.
- Un fabricante farmacéutico se preocupa por el riesgo de que un nuevo medicamento que cure la calvicie quizá no sea aprobado por el Organismo para el Control de Alimentos y Medicamentos (*Food and Drug Administration*).
- El propietario de un hotel turístico ubicado en una parte del mundo políticamente inestable se preocupa por el riesgo de expropiación.

En ocasiones, los administradores añaden factores adicionales para compensar preocupaciones como éstas.

Este tipo de ajustes nos asustan, pero, en primer lugar, los malos resultados que citamos parecen ser riesgos únicos (o sea, diversificables), que no afectarían a la tasa de rendimiento esperada exigida por los inversionistas; y segundo, la necesidad de ajustar la tasa de descuento generalmente surge cuando los administradores no ponderan correctamente los diversos peligros en los pronósticos de flujos de efectivo, error que tratan de compensar agregando un factor adicional a la tasa de descuento.

Ejemplo El proyecto Z produce un solo flujo de efectivo, pronosticado en un millón de dólares en el año 1. Se considera como de riesgo promedio, apropiado para descontar al costo de capital de la empresa de 10%:

$$VP = \frac{C_1}{1 + r} = \frac{1\,000\,000}{1.1} = \$909\,100$$

Pero ahora se descubre que los ingenieros de la empresa están retrasados en el desarrollo de la tecnología necesaria para el proyecto. Confían en que funcionará, pero admiten una pequeña probabilidad de que no sea así. Aún se piensa que un millón de dólares es el resultado *más probable*, pero también se ve una pequeña probabilidad de que el proyecto Z no genere flujos de efectivo el próximo año.

Ahora las perspectivas del proyecto se ven empañadas por la nueva preocupación sobre la tecnología: debe valer menos de los 909 100 dólares que se calcularon antes de que surgiera la preocupación. ¿Pero cuánto menos? Hay *alguna* tasa de descuento (10% más un factor adicional) que dará el valor correcto, pero no sabemos cuál es.

Se sugiere que se reconsidere el pronóstico original de un millón de dólares de los flujos de efectivo del proyecto Z. Se supone que los flujos de efectivo del proyecto son pronósticos *no sesgados* que dan la ponderación adecuada a todos los posibles resultados, favorables y desfavorables. En promedio, los administradores que realizan pronósticos no sesgados están en lo correcto. En ocasiones, los resultados quedarán por encima o por debajo de sus pronósticos, pero sus errores se promediarán después de muchos proyectos.

Si se pronostica un flujo de efectivo de un millón de dólares para proyectos como el Z, se sobrestimaré el flujo de efectivo promedio, porque hoy y siempre existirá el peligro de tener cero rendimientos, y dichos ceros deberían ser “promediados” con los pronósticos.

Para muchos proyectos, el flujo de efectivo más probable es también un pronóstico no sesgado. Si se tienen las siguientes probabilidades de llegar a los tres resultados posi-

bles que mostramos a continuación, el pronóstico no sesgado es de un millón de dólares. (El pronóstico no sesgado es la suma de los flujos de efectivo ponderados por la probabilidad.)

Flujo de efectivo probable	Probabilidad	Flujo de efectivo ponderado por la probabilidad	Pronóstico no sesgado
1.2	.25	.3	1.0 o un millón de dólares
1.0	.50	.5	
.8	.25	.2	

Esta tabla puede describir las posibilidades iniciales del proyecto Z, pero si la incertidumbre tecnológica agrega otro 10% de probabilidad de un flujo de efectivo de cero, el pronóstico no sesgado se reduciría a 900 000 dólares:

Flujo de efectivo probable	Probabilidad	Flujo de efectivo ponderado por la probabilidad	Pronóstico no sesgado
1.2	.225	.27	.90 o 900 000 dólares
1.0	.45	.45	
.8	.225	.18	
0	.10	.0	

El valor presente es:

$$VP = \frac{.90}{1.1} = .818 \text{ o } 818\,000 \text{ dólares}$$

Por supuesto, ahora ya se conoce el factor adicional que se tiene que añadir a la tasa de descuento para aplicarla al pronóstico original de un millón de dólares, a fin de obtener la respuesta correcta. Pero se tiene que pensar en los flujos de efectivo posibles para obtener el factor adicional, y una vez que se han analizado dichos flujos de efectivo, no se necesita el factor adicional.

A menudo, los administradores calculan un conjunto de posibles resultados para proyectos importantes, algunas veces con probabilidades explícitas anexas. En el capítulo 11 hacemos un estudio más profundo y damos ejemplos exhaustivos, pero incluso cuando una serie de resultados y probabilidades no sea descrita explícitamente, el administrador todavía puede ponderar los resultados buenos y malos, así como el más probable. Cuando los malos resultados sean mayores que los buenos, se debería reducir el pronóstico de flujo de efectivo hasta que se recupere el equilibrio.

El paso 1 es, por lo tanto, hacer el mejor esfuerzo para realizar pronósticos no sesgados de los flujos de efectivo de un proyecto. El paso 2 se centra en considerar si los *inversionistas* tomarían el proyecto como más o menos riesgoso que el típico de una empresa o división. En este caso nuestro consejo es buscar las características del activo que esté relacionado con betas altas o bajas. Nos gustaría tener interpretaciones científicas más fundamentadas que éstas. Observamos los riesgos de los negocios en los mercados de capitales, pero todavía no hay una teoría satisfactoria que describa cómo se generan estos riesgos. Sin embargo, conocemos algunas cosas.

¿Qué determina las betas de los activos?

Movimientos cíclicos Intuitivamente, muchas personas asocian el riesgo con la variabilidad de la utilidad contable o en libros. Pero gran parte de esta variabilidad refleja el riesgo único o diversificable. Los buscadores solitarios de oro demandan ganancias futuras extremadamente inciertas, pero el hecho de que hagan fortuna no depende del

desempeño del portafolio del mercado. Incluso si encontraran oro, no tendrían que soportar mucho riesgo del mercado. Por lo tanto, la inversión en oro tiene una alta desviación estándar con una beta relativamente baja.

Lo que realmente importa es la intensidad de la relación entre las utilidades de la empresa y las utilidades agregadas de todos los activos reales. Medimos esto ya sea con la *beta contable*, o bien, con la *beta de flujo de efectivo*. Éstas son como una beta real, excepto que los cambios en la utilidad contable o el flujo de efectivo se usan en lugar de las tasas de rendimiento de los títulos. Pronosticaríamos que las empresas con elevadas betas contables o de flujo de efectivo también deberían tener elevadas betas accionarias, lo cual es correcto.

Esto quiere decir que, por lo general, las empresas cíclicas (aquellas cuyos ingresos y utilidades dependen mucho del estado del ciclo económico) son de elevada beta. Por lo tanto, se exigiría una tasa de rendimiento superior de las inversiones cuyo desempeño esté fuertemente vinculado con el desempeño económico.

Apalancamiento operativo Se dice que una planta de producción con una elevada proporción de costos fijos sobre costos variables tiene un elevado *apalancamiento operativo*, lo cual significa alto riesgo. Veamos cómo funciona.

Los flujos de efectivo generados por cualquier activo productivo se dividen en ingresos, costos fijos y costos variables:

$$\text{Flujo de efectivo} = \text{ingresos} - \text{costos fijos} - \text{costos variables}$$

Los costos son variables si dependen de la tasa de producción. Algunos ejemplos de ellos son las materias primas, las comisiones por ventas y algunos costos laborales y de mantenimiento. Los costos fijos son salidas de flujos de efectivo que ocurren sin importar si el activo está en funcionamiento u ocioso, por ejemplo, impuestos sobre la propiedad o los salarios de los trabajadores estipulados en el contrato.

Podemos dividir el valor presente del activo de la siguiente manera:

$$VP(\text{activo}) = VP(\text{ingresos}) - VP(\text{costo fijo}) - VP(\text{costo variable})$$

O, lo que es lo mismo:

$$VP(\text{ingresos}) = VP(\text{costo fijo}) + VP(\text{costo variable}) + VP(\text{activo})$$

Aquellas personas que *reciben* los costos fijos son como los tenedores de deuda del proyecto: simplemente obtienen un pago fijo. Aquellas que reciben los flujos de efectivo netos provenientes del activo son como los tenedores de capital ordinario: reciben todo lo que sobre después de pagar los costos fijos.

Ahora ya podemos determinar cómo se relaciona la beta del activo con las betas de los valores de los ingresos y los costos. La beta del $VP(\text{ingresos})$ es un promedio ponderado de las betas de sus componentes:

$$\begin{aligned} \beta_{\text{ingresos}} = & \beta_{\text{costo fijo}} \frac{VP(\text{costo fijo})}{VP(\text{ingresos})} \\ & + \beta_{\text{costo variable}} \frac{VP(\text{costo variable})}{VP(\text{ingresos})} + \beta_{\text{activos}} \frac{VP(\text{activo})}{VP(\text{ingresos})} \end{aligned}$$

La beta del costo fijo debería ser casi cero; quienquiera que reciba los costos fijos obtiene una serie fija de flujos de efectivo.⁹ Las betas de los ingresos y los costos variables deberían ser aproximadamente iguales, porque responden a la misma variable subyacente,

⁹ Por supuesto, los flujos de efectivo no son absolutamente seguros. Tal vez la empresa cierre la planta y evite completamente los costos fijos. En los capítulos 11 y 23 estudiamos dicha posibilidad.

la tasa de producción. Por lo tanto, sustituimos la $\beta_{\text{costo variable}}$ para hallar la beta del activo. Recuerde que $\beta_{\text{costo fijo}} = 0$.

$$\begin{aligned}\beta_{\text{activos}} &= \beta_{\text{ingresos}} \frac{VP(\text{ingresos}) - VP(\text{costo variable})}{VP(\text{activo})} \\ &= \beta_{\text{ingresos}} \left[1 + \frac{VP(\text{costo fijo})}{VP(\text{activo})} \right]\end{aligned}$$

Por ende, dado el ciclo tan marcado de los ingresos (reflejado en la β_{ingresos}), la beta del activo es proporcional a la razón del valor presente de los costos fijos al valor presente del proyecto.

Ahora ya se tiene una regla práctica para analizar los riesgos relativos de diseños alternativos o tecnologías para producir el mismo proyecto. Considerando lo demás constante, la alternativa que tenga la razón de costos fijos a valor del proyecto más alta tendrá la beta del proyecto más alta. Las pruebas empíricas confirman que las empresas con alto apalancamiento operativo en realidad tienen betas elevadas.¹⁰

Otros factores Hasta ahora nos hemos centrado en el riesgo que proviene de los flujos de efectivo, que no es el único. El valor de un proyecto es igual a los flujos de efectivo esperados que son descontados a la tasa r ajustada por riesgo. Si cambian la tasa libre de riesgo o la prima de riesgo del mercado, entonces r cambiará y, por lo tanto, también lo hará el valor del proyecto. Un proyecto con flujos de efectivo de muy largo plazo está más expuesto a los movimientos en la tasa de descuento que uno cuyos flujos de efectivo sean de corto plazo. Por lo tanto, el proyecto tendrá una beta elevada aunque tal vez no tenga un alto apalancamiento operativo o un ciclo tan marcado.¹¹

No debe tenerse la esperanza de calcular con exactitud el riesgo relativo de los activos, aunque los buenos administradores examinan cualquier proyecto desde muchos ángulos y buscan pistas de su grado de peligrosidad. Saben que el alto riesgo del mercado es una característica de los negocios cíclicos, los proyectos con altos costos fijos y los proyectos sensibles a fluctuaciones de mercado en la tasa de descuento. Piensan en las principales incertidumbres que afectan a la economía y consideran cómo los proyectos se ven afectados por ellas.

Por último, no debe confundirse la beta con el riesgo diversificable. Quizás un proyecto parezca demasiado riesgoso cuando se examina de cerca, pero si la incertidumbre de éste no está correlacionada con el mercado u otros riesgos macroeconómicos, entonces el proyecto sólo será de riesgo promedio para el inversionista diversificado.

10.4

EQUIVALENTES CIERTOS: OTRA FORMA DE AJUSTAR POR RIESGO

En el presupuesto de capital práctico, por lo general se aplica una sola tasa de descuento a todos los flujos de efectivo. Por ejemplo, el administrador financiero usaría el modelo de valuación de activos de capital para estimar el costo de capital y después utilizar esta cifra para descontar el flujo de efectivo esperado de cada año.

¹⁰ Veá B. Lev, "On the Association between Operating Leverage and Risk", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 9 (septiembre de 1974), pp. 627-642; y G. N. Mandelker y S. G. Rhee, "The Impact of the Degrees of Operating and Financial Leverage on Systematic Risk of Common Stock", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 19 (marzo de 1984), pp. 45-57.

¹¹ Veá J. Y. Campbell y J. Mei, "Where Do Betas Come From? Asset Price Dynamics and the Sources of Systematic Risk", *Review of Financial Studies* 6 (otoño de 1993), pp. 567-592.

Entre otras cosas, el uso de una tasa de descuento constante supone que el riesgo del proyecto no cambia con el tiempo, sino que permanece constante año con año. Sabemos que eso no es del todo cierto, porque los peligros a los que están expuestas las empresas cambian constantemente. Aquí entramos a un terreno un tanto difícil, aunque hay una forma de entender el riesgo que puede ofrecernos una salida. Se trata de convertir los flujos de efectivo esperados en **equivalentes ciertos**. Primero analizaremos un ejemplo que muestra lo que son los equivalentes ciertos. Después, como recompensa de la inversión, utilizaremos los equivalentes ciertos para descubrir lo que realmente se supone al momento de descontar una serie de flujos de efectivo a una sola tasa de descuento ajustada por riesgo. También valuiremos un proyecto cuyo riesgo cambia a lo largo del tiempo y en el que, por lo tanto, fracasa el descuento ordinario.¹²

Valuación mediante equivalentes ciertos

Piense otra vez en la inversión sencilla en bienes raíces que utilizamos en el capítulo 2 para introducir el concepto de valor presente. Se considera una construcción de un edificio de oficinas, el cual se planea vender después de un año a 420 000 dólares. Ese flujo de efectivo es incierto y tiene el mismo riesgo que el mercado, por lo que $\beta = 1$. Dado $r_f = 5\%$ y $r_m - r_f = 7\%$, se descuenta a una tasa ajustada por riesgo de $5 + 1 \times 7 = 12\%$, en lugar de la tasa de interés libre de riesgo de 5%. Esto da un valor presente de $420\,000/1.12 = 375\,000$ dólares.

Supongamos que una empresa inmobiliaria se pone en contacto con usted para ofrecerle un precio fijo al cual le comprará el edificio al final del año. Esta garantía eliminaría cualquier incertidumbre sobre el flujo que recibirá de su inversión, por lo que aceptaría una cifra menor que esos inciertos 420 000 dólares. ¿Pero qué tan menor? Si el edificio tiene un valor presente de 375 000 dólares y la tasa de interés es de 5%, entonces:

$$VP = \frac{\text{Flujo de efectivo cierto}}{1.05} = 375\,000$$

$$\text{Flujo de efectivo cierto} = 393\,750 \text{ dólares}$$

En otras palabras, un flujo de efectivo cierto de 393 750 dólares tiene exactamente el mismo valor presente que un flujo esperado pero incierto de 420 000 dólares. El flujo de efectivo de 393 750 dólares se conoce, por lo tanto, como el *flujo de efectivo equivalente cierto*. Para compensar tanto por el pago retrasado como por la incertidumbre en los precios de bienes raíces, se necesita un rendimiento de $420\,000 - 375\,000 = 45\,000$ dólares. Parte de esta diferencia compensa el valor del dinero en el tiempo. La otra parte ($420\,000 - 393\,750 = 26\,250$ dólares) es una rebaja o un “recorte” para compensar el riesgo inherente al flujo de efectivo previsto de 420 000 dólares.

Nuestro ejemplo ilustra dos maneras de valorar un flujo de efectivo riesgoso C_1 :

Método 1: Descontar el flujo de efectivo riesgoso a la *tasa de descuento r ajustada por riesgo*, que es mayor que r_f .¹³ La tasa de descuento ajustada por riesgo se define tanto por el riesgo como por el tiempo. Esto se ilustra con las líneas que corren en el sentido de las agujas del reloj en la figura 10.3.

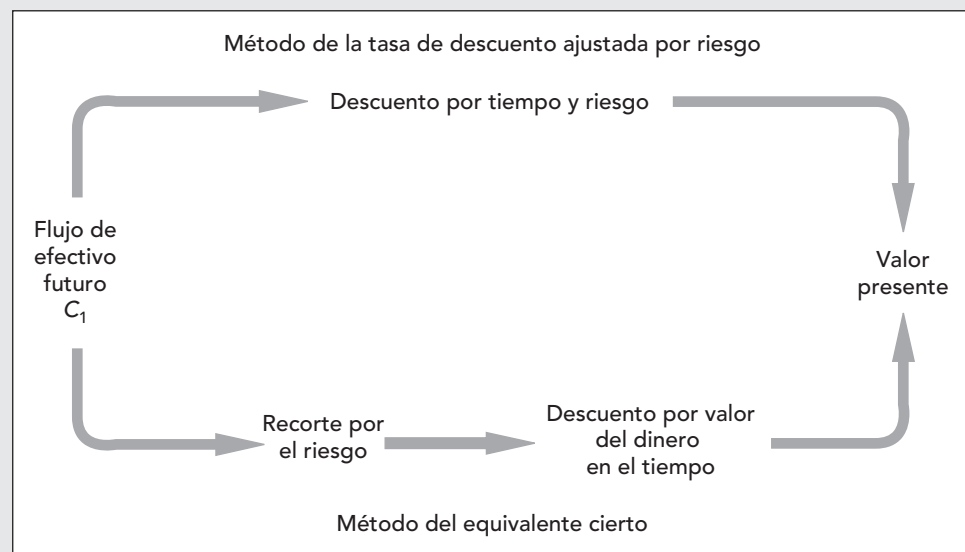
Método 2: Encontrar el flujo de efectivo equivalente cierto y descontar a la tasa de interés libre de riesgo r_f . Cuando se usa este método, se debe preguntar ¿cuál es el flujo *seguro* más pequeño por el cual se intercambiaría un flujo de efectivo riesgoso C_1 ? Éste se

¹² La inversión será más recompensada en las opciones que abordemos en los capítulos 21 y 22, y en la asignación de precios de forwards y futuros en el capítulo 27. Las fórmulas para la asignación de precios de opciones descuentan los equivalentes ciertos. De hecho, los precios de los forwards y futuros *son* equivalentes ciertos.

¹³ La tasa de descuento r podría ser menor que la r_f para activos con betas negativas, pero las verdaderas betas casi siempre son positivas.

FIGURA 10.3

Dos formas de calcular el valor presente. El "recorte por el riesgo" es el término financiero informal para referirse a la reducción del flujo de efectivo desde su valor pronosticado hasta su equivalente cierto.



denomina el *equivalente cierto* de C_1 , denotado por EC_1 .¹⁴ Dado que EC_1 es el valor equivalente de un flujo de efectivo cierto, se descuenta a la tasa libre de riesgo. El método del equivalente cierto realiza ajustes *separados* por riesgo y tiempo. Esto se ilustra con las líneas que corren en el sentido opuesto al de las agujas del reloj en la figura 10.3.

Ahora tenemos dos expresiones idénticas para el VP:

$$VP = \frac{C_1}{1 + r} = \frac{EC_1}{1 + r_f}$$

Para los flujos de efectivo a dos, tres o a t años:

$$VP = \frac{C_t}{(1 + r)^t} = \frac{EC_t}{(1 + r_f)^t}$$

Cuándo utilizar una sola tasa de descuento ajustada por riesgo para activos duraderos

Ya estamos en condiciones de examinar qué implica el uso de una tasa de descuento ajustada por riesgo constante, r , para calcular valores presentes.

Considere dos proyectos sencillos. Se espera que el proyecto A produzca un flujo de efectivo de 100 millones de dólares durante cada uno de los próximos tres años. La tasa de interés libre de riesgo es de 6%, la prima de riesgo del mercado es de 8% y la beta del proyecto A es de .75. Por lo tanto, se calcula el costo de oportunidad del capital de A del siguiente modo:

$$\begin{aligned} r &= r_f + \beta(r_m - r_f) \\ &= 6 + .75(8) = 12\% \end{aligned}$$

¹⁴ EC_1 se calcula directamente del modelo de valuación de activos de capital. La versión del equivalente cierto del CAPM establece que el valor equivalente cierto del flujo de efectivo, C_1 , es $C_1 - \lambda \text{cov}(\tilde{C}_1, \tilde{r}_m)$. $\text{Cov}(\tilde{C}_1, \tilde{r}_m)$ es la covarianza entre el flujo de efectivo incierto, $\tilde{C}_1$, y el rendimiento de mercado, $\tilde{r}_m$. Lambda, λ , es una medida del precio de mercado del riesgo. Se define como $(r_m - r_f)/\sigma_m^2$. Por ejemplo, si $r_m - r_f = .08$ y la desviación estándar de los rendimientos del mercado es de $\sigma_m = .20$, entonces $\lambda = .08/.20^2 = 2$.

Descontar a 12% da el siguiente valor presente para cada flujo de efectivo:

Proyecto A		
Año	Flujo de efectivo	VP a 12%
1	100	89.3
2	100	79.7
3	100	71.2
VP total		240.2

Ahora comparemos estas dos cifras con los flujos de efectivo del proyecto B. Note que los flujos de efectivo de B son menores que los de A; pero los flujos de efectivo de B son seguros y, por lo tanto, se descuentan a la tasa de interés libre de riesgo. El *valor presente* del flujo de efectivo de cada año es idéntico para los dos proyectos.

Proyecto B		
Año	Flujo de efectivo	VP a 6%
1	94.6	89.3
2	89.6	79.7
3	84.8	71.2
VP total		240.2

En el año 1, el proyecto A tiene un flujo de efectivo riesgoso de 100. Éste tiene el mismo VP que el flujo de efectivo seguro de 94.6 del proyecto B. Por lo tanto, 94.6 es el equivalente cierto de 100. Como los dos flujos de efectivo tienen el mismo VP, los inversionistas deben estar dispuestos a ceder $100 - 94.6 = 5.4$ del ingreso esperado del año 1, a fin de eliminar la incertidumbre.

En el año 2, el proyecto A tiene un flujo de efectivo riesgoso de 100, y B tiene un flujo de efectivo seguro de 89.6. De nueva cuenta, ambos flujos tienen el mismo VP. Por lo tanto, para eliminar la incertidumbre en el año 2, los inversionistas están preparados para ceder $100 - 89.6 = 10.4$ del ingreso futuro. A fin de eliminar la incertidumbre en el año 3, están dispuestos a ceder $100 - 84.8 = 15.2$ del ingreso futuro.

Para valorar el proyecto A, se descuenta cada flujo de efectivo a la misma tasa de descuento ajustada por riesgo de 12%. Ahora se aprecia qué estaba implícito cuando se realizó eso: al usar una tasa de descuento constante, en realidad se hizo una reducción más amplia del riesgo proveniente de los últimos flujos de efectivo:

Año	Flujo de efectivo pronosticado para el proyecto A	Flujo de efectivo cierto equivalente	Reducción por riesgo
1	100	94.6	5.4
2	100	89.6	10.4
3	100	84.8	15.2

El segundo flujo de efectivo es más riesgoso que el primero, porque está expuesto a dos años de riesgo del mercado. El tercer flujo de efectivo lo es aún más, porque está

expuesto a tres años de riesgo del mercado. Este riesgo mayor se refleja en los equivalentes ciertos que disminuyen en una proporción constante cada periodo.

Por lo tanto, el uso de una tasa de descuento constante ajustada por riesgo para una serie de flujos de efectivo supone que el riesgo se acumula a una tasa constante conforme se avanza más en el futuro.

Un error común

A veces se escucha a la gente decir que como los flujos de efectivo distantes son más riesgosos, deberían descontar a una tasa más alta que los flujos iniciales. Esto es totalmente incorrecto: acabamos de ver que utilizar la misma tasa de descuento ajustada por riesgo para el flujo de efectivo de cada año implica una reducción superior del riesgo de los flujos de efectivo posteriores. La causa es que la tasa de descuento compensa el riesgo soportado *por periodo*. Cuanto más distantes sean los flujos de efectivo, mayor será el número de periodos y más grande el ajuste *total* del riesgo.

Cuando no se puede usar una sola tasa de descuento ajustada por riesgo para activos duraderos

En ocasiones, el uso de una sola tasa de descuento ajustada por riesgo puede dar problemas. Por ejemplo, más adelante en este libro examinaremos cómo valorar las opciones. Como el riesgo de una opción cambia continuamente, se tiene que usar el método del equivalente cierto.

He aquí una versión disfrazada, simplificada y algo exagerada de una propuesta real de inversión que a uno de los autores se le invitó a analizar. Los científicos de Vegetron han desarrollado un trapeador eléctrico, y la empresa ya está lista para iniciar la producción piloto y una prueba de mercado. La fase preliminar tomará un año y costará 125 000 dólares. La administración estima que sólo hay 50% de probabilidades de que la producción piloto y las pruebas de mercado sean exitosas. Si éstas lo son, entonces Vegetron construirá una planta de un millón de dólares que generará un flujo de efectivo anual esperado a perpetuidad de 250 000 dólares libres de impuestos. Si no son exitosas, el proyecto debe abandonarse.

Los flujos de efectivo esperados (en miles de dólares) son:

$$\begin{aligned} C_0 &= -125 \\ C_1 &= 50\% \text{ de probabilidad de } -1\,000 \text{ y } 50\% \text{ de probabilidad de } 0 \\ &= .5(-1\,000) + .5(0) = -500 \\ C_t \text{ para } t = 2, 3, \dots &= 50\% \text{ de probabilidad de } 250 \text{ y } 50\% \text{ de probabilidad de } 0 \\ &= .5(250) + .5(0) = 125 \end{aligned}$$

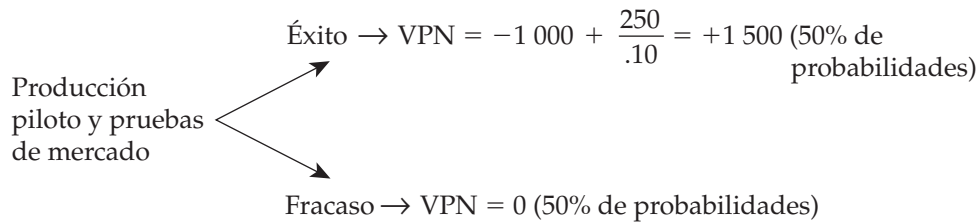
La administración tiene poca experiencia en productos al consumidor y considera que este proyecto es de muy alto riesgo.¹⁵ Por lo tanto, descuenta los flujos de efectivo a 25%, en lugar de la tasa normal estándar de 10% de Vegetron:

$$VPN = -125 - \frac{500}{1.25} + \sum_{t=2}^{\infty} \frac{125}{(1.25)^t} = -125 \text{ o } -125\,000 \text{ dólares}$$

Al parecer esto muestra que el proyecto no vale la pena.

¹⁵ Supondremos que quieren decir alto *riesgo del mercado* y que la diferencia entre 25 y 10% *no* es un factor adicional que se introdujo para compensar los pronósticos de flujos de efectivo optimistas.

El análisis de la administración está abierto a reconsideración si el experimento del primer año elimina una alta proporción del riesgo. Si la fase de prueba es un fracaso, entonces no hay riesgo en absoluto, pues es *seguro* que el proyecto no valga nada. Si es todo un éxito, bien podría haber solamente un riesgo normal a partir de ahí. Ello significa que hay 50% de probabilidades de que en un año Vegetron tenga la oportunidad de invertir en un proyecto de riesgo *normal*, para el cual una tasa de descuento *normal* de 10% sería adecuada. En consecuencia, la empresa tiene 50% de probabilidades de invertir un millón de dólares en un proyecto con un valor presente neto de 1.5 millones de dólares:



Por lo tanto, veríamos el proyecto como si ofreciera un flujo esperado de $.5(1\,500) + .5(0) = 750$ o 750 000 dólares, en $t = 1$ sobre una inversión de 125 000 dólares en $t = 0$. Por supuesto, el equivalente cierto del flujo es menos que 750 000 dólares, pero la diferencia tendría que ser muy grande para justificar el rechazo del proyecto. Por ejemplo, si el equivalente cierto es la mitad del flujo de efectivo pronosticado y la tasa libre de riesgo es de 7%, el proyecto vale 225 500 dólares:

$$\begin{aligned} VPN &= C_0 + \frac{EC_1}{1 + r} \\ &= -125 + \frac{.5(750)}{1.07} = 225.5 \text{ o } 225\,500 \text{ dólares} \end{aligned}$$

No está nada mal para una inversión de 125 000 dólares; también es un cambio radical con respecto al VPN negativo que la administración obtuvo descontando todos los flujos de efectivo futuros a 25%.

10.5 TASAS DE DESCUENTO PARA PROYECTOS INTERNACIONALES

Hemos mostrado cómo el CAPM ayuda a estimar el costo de capital de inversiones nacionales de empresas estadounidenses, pero ¿podemos ampliar el procedimiento para incluir inversiones en varios países? En principio, la respuesta es sí, pero eso naturalmente tiene complicaciones.

No siempre las inversiones extranjeras son riesgosas

Examen sorpresa: ¿qué es más riesgoso para un inversionista en Estados Unidos: el Índice Compuesto de Standard and Poor's o el mercado de valores de Egipto? Si su respuesta es Egipto, está en lo correcto, pero *sólo* si el riesgo se define como la volatilidad *total* (desviación estándar). No obstante, ¿tiene una inversión en Egipto una *beta* elevada? ¿Cuánto agrega eso al riesgo de un portafolio diversificado mantenido en Estados Unidos?

La tabla 10.2 muestra las betas estimadas para el mercado egipcio y para los mercados de otros ocho países. Las desviaciones estándar de los rendimientos en estos mercados fueron significativamente superiores que el mercado estadounidense, pero únicamente Brasil y Turquía tuvieron una beta mayor que uno. La razón es la baja correlación. Por ejemplo, la desviación estándar del mercado chino fue de 1.96 veces la del índice Standard and Poor's, pero el coeficiente de correlación fue de sólo .02. La beta fue de $1.96 \times .02 = .04$.

TABLA 10.2

Las betas de nueve índices de países contra el mercado estadounidense, calculadas con rendimientos mensuales de febrero de 2002 a enero de 2007. A pesar de la alta volatilidad, muchas betas son menores que uno. La razón radica en la correlación relativamente baja con el mercado estadounidense.

^a Razón de desviaciones estándar de índices de países sobre el Índice Compuesto de Standard & Poor's.

^b Beta es la razón de la covarianza a la varianza. Se escribe la covarianza como $\sigma_{IM} = \rho_{IM} \sigma_I \sigma_M$; $\beta = \rho_{IM} \sigma_I \sigma_M / \sigma_M^2 = \rho(\sigma_I / \sigma_M)$, donde I indica el índice del país y M el mercado estadounidense.

	Razón de desviaciones estándar ^a	Coefficiente de correlación	Beta ^b
Argentina	2.36	.32	.75
Brasil	2.10	.64	1.34
China	1.96	.02	.04
Egipto	1.49	.09	.14
India	1.80	.39	.70
Indonesia	1.71	.34	.58
México	1.36	.68	.93
Sri Lanka	2.07	-.06	-.13
Turquía	2.96	.53	1.57

La tabla 10.2 no demuestra que la inversión extranjera siempre sea más segura que la nacional. Pero nos recordaría que siempre hay que distinguir entre riesgo diversificable y riesgo del mercado. El costo de oportunidad del capital dependería del riesgo del mercado.

Inversión extranjera en Estados Unidos

Supongamos que Lafarge, el enorme productor francés de materiales para construcción, considera crear una nueva planta en Bordeaux. La administradora financiera pronostica en euros los flujos de efectivo del proyecto y los descuenta al costo de capital en euros. Calcula el costo de capital de la misma manera que su contraparte de una empresa de materiales estadounidense: estima la beta de Lafarge y la de un portafolio de empresas francesas de materiales para construcción. Sin embargo, calcula estas betas en relación con el índice del mercado *francés*. Supongamos que ambas medidas señalen una beta de .94 y que el rendimiento esperado del mercado francés sea de 7% por encima de la tasa de interés. Entonces, Lafarge tiene que descontar los flujos de efectivo en euros de la nueva planta a $.94 \times 7 = 6.6\%$ por encima de la tasa de interés en euros.

Esto es sencillo, pero ahora supongamos que Lafarge considera expandirse a Estados Unidos. Una vez más la administradora financiera mide la beta en relación con el índice de valores francés, pero la suerte de la planta estadounidense estará menos vinculada a las fluctuaciones del mercado francés. De ahí que la beta de una planta estadounidense en relación con el índice francés sea menor que .94. Pero, ¿cuánto menos? Una guía útil es la beta de las acciones de empresas estadounidenses de materiales para construcción *en relación con el mercado francés*. Esta beta ha sido de alrededor de .54.¹⁶ Si este cálculo es correcto, entonces Lafarge tendría que descontar los flujos de efectivo en euros de su proyecto estadounidense a $.54 \times 7 = 3.8\%$ por encima de la tasa de interés en euros.

¿Por qué la administradora de Lafarge mide la beta de sus inversiones en relación con el índice francés, mientras que su contraparte estadounidense lo hace en relación con el índice estadounidense? La respuesta está en la sección 8.4, en la que explicamos que el riesgo no se considera aislado; depende de otros títulos del portafolio del inversionista. La beta mide el riesgo *en relación con el portafolio del inversionista*. Si los inversionistas estadounidenses ya tienen inversiones en el mercado de Estados Unidos, un dólar adicional invertido en el país es tan sólo más de lo mismo, pero si los inversionistas franceses

¹⁶ Ésta es la beta de un portafolio de empresas estadounidenses de materiales para construcción en relación con el mercado francés, calculada con base en cinco años de datos mensuales desde enero de 2002 hasta diciembre de 2006.

invierten en el mercado francés, una inversión en Estados Unidos reducirá su riesgo. Ello explica por qué es probable que la inversión en una nueva planta ubicada en Estados Unidos represente un riesgo menor para los accionistas de Lafarge que para los accionistas de Martin Marietta. También explica por qué los accionistas de Lafarge están dispuestos a aceptar un rendimiento menor por tal inversión que los accionistas de Martin Marietta.¹⁷

Cuando una empresa mide el riesgo en relación con su mercado nacional, sus administradores suponen implícitamente que los accionistas sólo invierten en acciones nacionales. Ello no es una mala aproximación, particularmente en el caso de Estados Unidos.¹⁸ Aunque los inversionistas estadounidenses reducen su riesgo al poseer un portafolio de acciones diversificado internacionalmente, por lo regular sólo invierten una pequeña proporción de su dinero en el extranjero. El porqué son tan tímidos es un enigma.¹⁹ Parece como si se preocuparan por los costos de invertir en el extranjero, pero no entendemos qué incluyen estos costos. Quizá sea más difícil determinar qué acciones extranjeras comprar. O tal vez los inversionistas se preocupen de que el gobierno extranjero vaya a expropiar sus acciones, restringir los pagos de dividendos o sorprenderlos con una reforma a la legislación tributaria.

Sin embargo, el mundo se hace cada vez más pequeño y los inversionistas de cualquier parte tienen una proporción cada vez mayor de títulos extranjeros. Las grandes instituciones financieras de Estados Unidos han aumentado significativamente sus inversiones extranjeras y se han establecido docenas de fondos para aquellos individuos que deseen invertir en el exterior. Por ejemplo, ahora se pueden adquirir fondos que se especializan en inversiones en mercados de capitales emergentes como los de Vietnam, Perú o Hungría. Conforme los inversionistas incrementan sus tenencias de acciones extranjeras, se vuelve menos apropiado medir el riesgo en relación con el mercado nacional y más importante medir el riesgo de cualquier inversión en relación con los portafolios que en realidad poseen.

Quién sabe, puede que en unos cuantos años los inversionistas posean portafolios diversificados internacionalmente y que las siguientes ediciones de este libro recomienden que las empresas calculen betas en relación con el mercado mundial. Si los inversionistas de todo el mundo poseyeran el portafolio mundial, entonces las empresas francesas y estadounidenses demandarían el mismo rendimiento de una inversión en Estados Unidos, Francia o Egipto.

¿Tienen algunos países un menor costo de capital?

Algunas naciones disfrutan de tasas de interés mucho más bajas que otras. Por ejemplo, a la fecha de redacción de este capítulo la tasa de interés de Japón era de alrededor de 1.7% y la de Estados Unidos de 4.8%. Por eso, muchas veces la gente concluye que las empresas japonesas disfrutan de un costo de capital menor.

Una parte de esta visión es confusa y la otra probablemente sea cierta. La confusión surge porque la tasa de interés de Japón se mide en yenes y la de Estados Unidos en dólares. No se podría decir que un conejo de 10 pulgadas de altura es más alto que un elefante de nueve pies, pues se están comparando sus alturas con diferentes unidades.

¹⁷ Cuando un inversionista posee un portafolio eficiente, la recompensa esperada por el riesgo de cada acción de su portafolio es proporcional a su beta en relación con el portafolio. De ahí que, si el índice del mercado francés es un portafolio eficiente para los inversionistas franceses, entonces estos inversionistas querrán que Lafarge invierta en una nueva planta si la recompensa esperada es proporcional a su beta en relación con el índice de mercado francés.

¹⁸ Pero en ocasiones es una mala aproximación. En países pequeños con apertura de su cuenta de capital —Luxemburgo, por ejemplo—, una beta que se ha calculado en relación con el mercado local tiene poco valor. Pocos inversionistas de Luxemburgo tienen únicamente acciones locales.

¹⁹ Para una explicación del costo de capital para inversiones internacionales cuando la diversificación internacional acarrea costos, vea I. A. Cooper y E. Kaplanis, "Home Bias in Equity Portfolios and the Cost of Capital for Multinational Firms", *Journal of Applied Corporate Finance* 8 (otoño de 1995), pp. 95-102.

De la misma manera, no tiene sentido comparar una tasa de interés en yenes con otra que está en dólares. Las unidades son diferentes.

Pero supongamos que en cada caso se mide la tasa de interés en términos *reales*. Entonces se comparará lo mismo y tendrá sentido preguntar si los costos de la inversión extranjera hacen que el costo de capital *real* en Japón sea menor. En 2007, las instituciones financieras en Japón se endeudaron con un monto estimado de 200 mil millones de dólares que reinvirtieron a tasas más altas en otras partes.²⁰ Estas transacciones se conocen como *carry trades*. Tal enorme volumen de *carry trades* sugiere que los inversionistas creían que el costo real del capital en verdad era más bajo en Japón que en otros países.

²⁰ Vea "Yen Low Sparks Carry Trade Alert", *Financial Times* (30 de enero de 2007).

RESUMEN

En el capítulo 9 expusimos varios principios básicos para valorar activos riesgosos. En este capítulo hemos mostrado cómo aplicar estos principios a situaciones prácticas.

Es más fácil el problema cuando se cree que el proyecto tiene el mismo riesgo del mercado que los activos existentes de la empresa. En este caso, el rendimiento requerido es igual al rendimiento requerido del portafolio de todos los títulos existentes de la empresa. Esto se conoce como el *costo de capital de la empresa*.

El costo de capital de la empresa es el costo de capital de una inversión en toda la empresa. Generalmente, se calcula como un costo promedio ponderado de capital, es decir, la tasa de rendimiento promedio exigida por los inversionistas en la deuda y los títulos de capital propio de la empresa. Pero en este capítulo nos centramos principalmente en el costo de capital de la empresa. Definimos el riesgo como beta y utilizamos el modelo de valuación de activos de capital para calcular los rendimientos esperados.

La forma más común de estimar la beta de una acción es determinar cómo ha respondido el precio de la acción a las fluctuaciones históricas del mercado. Por supuesto, esto dará solamente una estimación de la verdadera beta de la acción. Tal vez se obtenga una cifra más confiable si se calcula una beta de la industria para un grupo de empresas similares.

El costo de capital de la empresa es la tasa de descuento correcta para proyectos que tengan el mismo riesgo que los negocios que ya posee la empresa. Sin embargo, muchas compañías utilizan el costo de capital de la empresa para descontar los flujos de efectivo previstos de todos los nuevos proyectos. Éste es un procedimiento peligroso. En principio, cada proyecto debería ser evaluado a su propio costo de oportunidad del capital; el verdadero costo de capital depende del uso que se dé al capital. Si deseamos estimar el costo de capital de determinado proyecto, lo que cuenta es su *propio riesgo*. Por supuesto, el costo de capital de la empresa queda bien como tasa de descuento para proyectos de riesgo promedio. Asimismo, es un punto de partida útil para hallar las tasas de descuento de proyectos más seguros o riesgosos.

Después pasamos al tema de valorar el riesgo del proyecto. Proporcionamos varias pistas a aquellos administradores que buscan betas de proyectos. En primer lugar, hay que evitar agregar factores adicionales a las tasas de descuento para compensar las preocupaciones acerca de los malos resultados del proyecto, y ajustar los pronósticos de flujos de efectivo para dar el peso correcto tanto a los buenos como a los malos resultados. Después, hay que preguntarse si se incorpora la probabilidad de los malos resultados al riesgo del mercado del proyecto. En segundo lugar, a menudo pueden identificarse los proyectos de alta o baja beta, incluso sin calcularla directamente. Por ejemplo, se puede tratar de determinar cuánto afecta a los flujos de efectivo el desempeño general de la economía: las inversiones cíclicas generalmente son inversiones de alta beta. También se podría examinar el apalancamiento operativo del proyecto: los costos fijos de producción son como cargos de deuda fijos; es decir,

aumentan la beta. En tercer lugar, no hay que dejarse engañar por el riesgo diversificable del proyecto. No debe incrementarse la tasa de descuento para compensar los riesgos que pueden diversificarse en los portafolios de los inversionistas.

Hay un obstáculo más que saltar. Casi todos los proyectos producen flujos de efectivo durante varios años. Por lo general, las empresas utilizan la misma tasa ajustada por riesgo para descontar cada uno de estos flujos. Cuando hacen esto, implícitamente suponen que el riesgo acumulado se incrementa a una tasa constante conforme más se avanza en el tiempo. Ese supuesto generalmente es razonable. Es exactamente cierto cuando la beta futura del proyecto es constante, es decir, cuando el riesgo *por periodo* es constante.

Pero a veces la excepción confirma la regla. Por lo tanto, hay que estar alerta en aquellos proyectos en los que está claro que el riesgo no aumenta uniformemente. En estos casos, debe descomponerse el proyecto en segmentos a los cuales se pueda aplicar razonablemente la misma tasa de descuento. O también debería utilizarse la versión del equivalente cierto del modelo de FED, la cual permite efectuar ajustes por riesgo de forma separada para los flujos de efectivo de cada periodo.

Estos principios básicos también se aplican internacionalmente, pero por supuesto eso tiene complicaciones. El riesgo de una acción o un activo real quizá dependa de quién realice la inversión. Por ejemplo, un inversionista suizo calcularía una beta menor para Merck que un inversionista estadounidense. Por el contrario, el inversionista estadounidense calcularía una beta menor para una empresa farmacéutica suiza que un inversionista suizo. Ambos inversionistas perciben menores riesgos en el exterior debido a la correlación menos que perfecta entre los mercados de los países.

Si todos los inversionistas mantuvieran el portafolio del mercado mundial, nada de esto importaría. Pero hay un fuerte sesgo hacia lo nacional. Quizás algunos inversionistas se quedan en casa porque consideran la inversión extranjera riesgosa. Sospechamos que confunden riesgo total con riesgo del mercado. Por ejemplo, mostramos ejemplos de países con mercados accionarios extremadamente volátiles. Casi todos estos mercados serían inversiones de baja beta para un inversionista estadounidense. De nueva cuenta, la causa de eso es la baja correlación entre mercados.

Hay un buen artículo monográfico de Rubinstein sobre la aplicación del modelo de valuación de activos de capital a las decisiones de inversión de capital:

M. E. Rubinstein, "A Mean-Variance Synthesis of Corporate Financial Theory", *Journal of Finance* 28 (marzo de 1973), pp. 167-182.

Un famoso artículo de Fama investiga a fondo los supuestos implícitos que subyacen a los cálculos habituales de FED. Cornell reconsidera los riesgos relativos de corto plazo contra los flujos de efectivo distantes.

E. F. Fama, "Discounting Under Uncertainty", *Journal of Business* 69 (octubre de 1966), pp. 415-428.

B. Cornell, "Risk, Duration and Capital Budgeting: New Evidence on Some Old Questions", *Journal of Business* 72 (abril de 1999), pp. 183-200.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

1. Escriba la fórmula del costo de capital de la empresa sin impuestos. ¿Para qué proyectos es la tasa de descuento correcta? (página 241)
2. ¿Cuáles son las ventajas de estimar el costo de capital de la industria, en lugar del costo de capital de una sola empresa? (página 244)
3. Explique cuidadosamente cómo estimaría la beta de una acción negociada públicamente. (páginas 242-244)

PREGUNTAS CONCEPTUALES

CUESTIONARIO

1. Supongamos que una empresa utiliza su costo de capital para evaluar todos los proyectos. ¿Sobrestimaré el valor de los proyectos de alto riesgo?
2. Observe de nuevo el panel superior derecho de la figura 10.2. ¿Qué porción del riesgo de Intel se explicó por los movimientos del mercado? ¿Qué porción fue riesgo único o diversificable? ¿Cómo se señala el riesgo único en la figura? ¿Cuál es el rango de posibles errores del estimador de beta?
3. Una empresa se financia con 40% de deuda libre de riesgo. La tasa de interés es de 10%, el rendimiento esperado del mercado es de 18% y la beta de la acción es de .5. ¿Cuál es el costo de capital de la empresa?
4. Granjas González produce una nueva papa mejorada genéticamente para generar papas a la francesa con pocas calorías. Por desgracia, el programa de producción está incompleto y la nueva papa tendrá que ser aprobada por el organismo para el Control de Medicamentos y Alimentos o FDA (del inglés *Food and Drug Administration*) de Estados Unidos. La probabilidad general de éxito en producción y pruebas es de tan sólo 50%. La inversión requerida es de 15 millones de dólares.
El costo ordinario de capital de Granjas González es de 12%. ¿Cómo debería la empresa pronosticar y descontar los flujos de efectivo futuros provenientes de la papa de pocas calorías? ¿Debería utilizar una tasa de descuento superior a 12%? ¿Y qué tal 24%, a fin de incluir 50% de probabilidades de fracaso? Explique brevemente.
5. ¿Cierto o falso?
 - a) Los flujos de efectivo distantes son más riesgosos que los flujos de efectivo de corto plazo. Por lo tanto, los proyectos de largo plazo requieren mayores tasas de descuento ajustadas por riesgo.
 - b) Los administradores financieros siempre deberían utilizar la misma tasa de descuento ajustada por riesgo para proyectos tanto de corta como de larga duración.
6. ¿Cuál de estas empresas podría tener un mayor costo de capital?
 - a) Se paga al equipo de ventas de A una tasa anual fija, y al de B con base en comisiones.
 - b) C fabrica herramientas para maquinaria; D produce cereal para el desayuno.
7. ¿Cierto o falso?
 - a) Muchos mercados accionarios extranjeros son bastante más volátiles que el mercado estadounidense.
 - b) Las betas de los mercados accionarios extranjeros (calculadas en relación con el mercado estadounidense) son generalmente mayores que 1.0.
 - c) Los inversionistas concentran sus tenencias en sus países de origen. Esto significa que las empresas domiciliadas en diferentes naciones quizá calculen distintas tasas de descuento para el mismo tipo de proyecto.
8. El pronóstico del flujo de efectivo de un proyecto es de 110 dólares en el año 1 y 121 dólares en el año 2. La tasa de interés es de 5%, la prima de riesgo del mercado estimada es de 10% y el proyecto tiene una beta de .5. Si se usa una tasa de descuento constante y ajustada por riesgo, ¿cuál es
 - a) el VP del proyecto?
 - b) el flujo de efectivo equivalente cierto en el año 1 y en el año 2?
 - c) la razón de flujos de efectivo equivalentes ciertos a flujos de efectivo esperados en los años 1 y 2?

EJERCICIOS PRÁCTICOS

9. El valor total de mercado de las acciones ordinarias de Okenfenokee Real Estate Company es de 6 millones de dólares, y el valor total de su deuda, de 4 millones. El tesorero estima que la beta de la acción es actualmente de 1.5 y que la prima de riesgo esperada del mercado es de 6%. La tasa de las letras del Tesoro es de 4%. Para simplificar, supongamos que la deuda de Okenfenokee está exenta de riesgo y que la empresa no paga impuestos.
 - a) ¿Cuál es el rendimiento requerido de la acción de Okenfenokee?
 - b) Estime el costo de capital de la empresa.

- c) ¿Cuál es la tasa de descuento para una expansión del negocio actual de la empresa?
- d) Supongamos que la empresa quiere diversificar su actividad fabricando gafas rosadas. La beta de los fabricantes ópticos sin apalancamiento es de 1.2. Estime el rendimiento requerido de la nueva inversión de Okenfenokee.
10. Violines Nerón tiene la siguiente estructura de capital:

Títulos	Beta	Valor total de mercado (en millones de dólares)
Deuda	0	\$100
Acciones preferentes	.20	40
Acciones ordinarias	1.20	299

- a) ¿Cuál es la beta de los activos de la empresa? (Pista: ¿Cuál es la beta de un portafolio que contiene todos los títulos de la empresa?)
- b) Supongamos que el CAPM es correcto. ¿Qué tasa de descuento debería utilizar Nerón para expandir la escala de sus operaciones sin cambiar su beta de activo? Suponga una tasa de interés libre de riesgo de 5% y una prima de riesgo del mercado de 6%.
11. Observe de nuevo las empresas de la tabla 9.2. Las tasas de rendimiento mensuales de casi todas ellas se localizan ya sea en finance.yahoo.com o en el sitio web de Standard & Poor's. Una vez ahí analice la hoja de cálculo "Monthly Adjusted Prices". Esta hoja también muestra los rendimientos mensuales del índice de mercado Standard & Poor's 500. ¿Qué porcentaje de la varianza del rendimiento de cada empresa se explica por el índice? Utilice la función RSQ de Excel, la cual calcula R^2 .
12. Seleccionar al menos cinco de las empresas identificadas en el problema práctico 11. Las hojas de cálculo "Monthly Adjusted Prices" deberían contener alrededor de cuatro años de tasas de rendimiento mensuales de las acciones de las empresas, así como el índice Standard & Poor's 500.
- a) Divida las tasas de rendimiento en dos periodos consecutivos de dos años. Calcule las betas para cada periodo utilizando la función SLOPE de Excel (pendiente en la versión en español). ¿Qué tan estable es la beta de cada empresa?
- b) Supongamos que se han utilizado estas betas para estimar tasas de rendimiento esperadas con base en el CAPM. ¿Habrían cambiado sus estimaciones significativamente de un periodo a otro?
- c) Quizá sea interesante repetir el análisis empleando rendimientos semanales con las hojas de cálculo "Weekly Adjusted Prices". Esto dará más de 100 tasas de rendimiento semanales para cada uno de los dos periodos.
13. La siguiente tabla muestra las estimaciones del riesgo de dos acciones canadienses conocidas:

	Desviación estándar, %	R^2	Beta	Error estándar de beta
Alcan	29	.37	1.58	.27
Canadian Pacific	22	.15	.75	.23

- a) ¿Qué proporción del riesgo de cada acción se debió al riesgo del mercado y qué proporción al riesgo único?
- b) ¿Cuál es la varianza de Alcan? ¿Cuál es la varianza única?
- c) ¿Cuál es el nivel de confianza de la beta de Canadian Pacific?
- d) Si el CAPM es correcto, ¿cuál es el rendimiento esperado de Alcan? Suponga una tasa de interés libre de riesgo de 5% y un rendimiento esperado del mercado de 12%.
- e) Suponga que el próximo año el mercado proporciona cero rendimiento. Con base en esto, ¿qué rendimiento esperarías de Alcan?





14. Identifique una muestra de empresas de alimentos en **finance.yahoo.com** o en el sitio web de Standard and Poor's. Por ejemplo, intente con Campbell Soup (CPB), General Mills (GIS), Kellogg (K), Kraft Foods (KFT) y Sara Lee (SLE).
- Calcule la beta y la R^2 de cada empresa. Las funciones de Excel son SLOPE (aún pendiente en la versión en español) y RSQ.
 - Calcule la beta de la industria. He aquí el mejor procedimiento: primero calcule los rendimientos mensuales de un portafolio con proporciones iguales de las acciones de su muestra. Después, calcule la beta de la industria utilizando estos rendimientos del portafolio. ¿Cómo se compara la R^2 de este portafolio con la R^2 promedio de las acciones individuales?
 - Utilice el CAPM para calcular el promedio del costo de capital propio ($r_{\text{capital propio}}$) para la industria de alimentos. Utilice las tasas de interés actuales —vea al final de la sección 10.2— y un cálculo razonable de la prima de riesgo del mercado.
15. Recibió la siguiente información de Golden Fleece Financial:

Saldo de deuda de largo plazo:	\$300 000
Rendimiento actual al vencimiento (r_{deuda}):	8%
Número de acciones ordinarias:	10 000
Precio por acción:	\$50
Valor en libros por acción:	\$25
Tasa de rendimiento esperada de la acción ($r_{\text{capital propio}}$):	15%

Calcule el costo de capital de la empresa de Golden Fleece. Ignore los impuestos.

16. Revise de nuevo la tabla 10.1. Esta vez nos concentraremos en Burlington Northern.
- Calcule el costo de capital propio de Burlington con el CAPM, utilizando la estimación de su propia beta y la estimación de la beta de la industria. ¿Qué tan diferentes son sus respuestas? Suponga una tasa de interés libre de riesgo de 5% y una prima de riesgo del mercado de 7%.
 - ¿Podría estar seguro de que la verdadera beta de Burlington *no* es el promedio de la industria?
 - ¿Bajo qué circunstancias aconsejaría a Burlington calcular su costo de capital propio basándose en la estimación de su beta?
17. Una incubadora perpetua genera un promedio de ingresos de 20 millones de dólares por año. Los costos de las materias primas representan 50% de los ingresos. Estos costos son variables, ya que siempre son proporcionales a los ingresos. No hay otros costos operativos. El costo de capital es de 9%. La tasa de endeudamiento de largo plazo de la empresa es de 6%.
- Después de un tiempo, Studebaker Capital Corp. contacta al director de dicha incubadora y le propone un contrato a precio fijo de suministro de materias primas de 10 millones de dólares por año durante 10 años.
- ¿Qué pasa con el apalancamiento operativo y el riesgo de negocio de la incubadora si pacta el contrato a dicho precio fijo?
 - Calcule el valor presente de la incubadora con y sin el contrato a precio fijo.
18. Abarrotes Mom y Pop acaba de enviar a la República Central Antártica provisiones por un año. Se hará el pago de 250 000 dólares 12 meses después de que el cargamento llegue en un trineo. Por desgracia, hay una alta probabilidad de golpe de estado, en cuyo caso el nuevo gobierno no pagará. Por lo tanto, el contralor de Mom y Pop decide descontar el pago a 40%, en lugar del costo de capital de la empresa de 12%.
- ¿Qué tiene de malo utilizar una tasa de 40% para compensar el riesgo político?
 - ¿Cuánto vale realmente el pago de 250 000 dólares si la probabilidad de un golpe de estado es de 25%?

19. Una empresa petrolera ha perforado una serie de nuevos pozos en el perímetro de un campo de producción petrolífero. Casi 20% de los nuevos pozos no serán más que hoyos secos. Incluso si un nuevo pozo produce petróleo, sigue habiendo incertidumbre sobre la cantidad de petróleo producido: 40% de los nuevos pozos produce sólo 1 000 barriles por día, mientras que 60% produce 5 000.
- Pronostique los ingresos de efectivo anuales de uno de los nuevos pozos. Utilice un precio futuro del petróleo de 15 dólares por barril.
 - Un geólogo ha propuesto descontar los flujos de efectivo de los nuevos pozos a 30% para compensar el riesgo de pozos secos. El costo de capital normal de la empresa es de 10%. ¿Tiene sentido esta propuesta? Explique brevemente por qué.
20. Analice de nuevo el proyecto A de la sección 10.4. Ahora supongamos que:
- El flujo de efectivo esperado es de 150 dólares por año durante cinco años.
 - La tasa de interés libre de riesgo es de 5%.
 - La prima de riesgo del mercado es de 6%.
 - La beta estimada es de 1.2.

Recalcule los flujos de efectivo equivalentes ciertos y demuestre que la razón de estos flujos de efectivo a los flujos de efectivo riesgosos disminuye en una proporción constante cada año.

21. Un proyecto tiene los siguientes flujos de efectivo esperados:

Flujos de efectivo, en miles de dólares			
C_0	C_1	C_2	C_3
-100	+40	+60	+50

La beta estimada del proyecto es de 1.5. El rendimiento de mercado r_m es 16% y la tasa libre de riesgo r_f es 7%.

- Estime el costo de oportunidad del capital y el VP del proyecto (use la misma tasa para descontar cada flujo de efectivo).
 - ¿Cuáles son los flujos de efectivo equivalentes ciertos de cada año?
 - ¿Cuál es la razón del flujo de efectivo equivalente cierto a flujo de efectivo esperado en cada año?
 - Explique por qué disminuye dicha razón.
22. La compañía McGregor Whisky propone comercializar scotch de bajas calorías. Primero, el producto será probado en el mercado durante dos años al sur de California, con un costo inicial de 500 000 dólares. No se espera que esta prueba de lanzamiento produzca utilidades, sino más bien que revele las preferencias del consumidor. Hay 60% de probabilidades de que la demanda sea satisfactoria. En este caso, McGregor gastará 5 millones de dólares en el lanzamiento del scotch en todo el país y recibirá una utilidad anual esperada de 700 000 dólares a perpetuidad. Si la demanda no es satisfactoria, el scotch de bajas calorías será retirado del mercado.
- Una vez que se conozcan las preferencias del consumidor, el producto será de riesgo promedio y, por lo tanto, McGregor requerirá un rendimiento de 12% por la inversión. Sin embargo, la fase inicial de prueba de mercado se considera más riesgosa, y en consecuencia McGregor demanda un rendimiento de 40% sobre ese gasto inicial.
- ¿Cuál es el VPN del proyecto del scotch de bajas calorías?
23. Observe la tabla 10.2. ¿Cuáles serían las betas de los nueve países si el coeficiente de correlación de cada uno fuera de 0.5? Realice el cálculo y explique.
24. Considere las estimaciones de las betas para los índices de países que aparecen en la tabla 10.2. ¿Podría ser útil esta información para una empresa estadounidense que piense llevar a cabo proyectos de inversión de capital en estos países? ¿Sería útil esta información para una empresa alemana? Explique.

25. Ingrese a quote.yahoo.com/m2?u. Descargue los rendimientos mensuales del índice de mercado taiwanés y el índice de mercado estadounidense S&P 500 para el mismo periodo que el de la tabla 10.2. Calcule la razón de desviación estándar del mercado taiwanés a desviación estándar del índice de mercado S&P 500, la correlación de los dos índices y la beta del mercado taiwanés en relación con el índice de mercado S&P 500.

DESAFÍOS

26. Supongamos que se valúa una corriente futura de *salidas* de efectivo de alto riesgo (alta beta). Un alto riesgo significa una alta tasa de descuento, pero cuanto más alta sea ésta, menor será el valor presente. ¡Esto parece decir que cuanto más altas sean las salidas de efectivo, menos hay que preocuparse por ellas! ¿Es cierto? ¿El signo de los flujos de efectivo afectaría a la tasa de descuento apropiada? Explique.
27. Un ejecutivo de una empresa petrolera piensa invertir 10 millones de dólares en uno o dos pozos: se espera que el pozo 1 produzca petróleo por un valor de 3 millones de dólares anuales durante 10 años; se espera que el pozo 2 produzca 2 millones de dólares durante 15 años. Éstos son flujos de efectivo *reales* (ajustados por la inflación).
La beta para los *pozos petroleros* es de .9, la prima de riesgo del mercado es de 8%, la tasa de interés nominal libre de riesgo es de 6% y la inflación esperada es de 4%.
Se pretende que con los dos pozos se desarrolle un campo petrolero que ya había sido descubierto. Por desgracia, para cada pozo todavía hay 20% de probabilidades de que resulte estar seco. Un pozo seco significa flujos de efectivo nulos y una pérdida total de la inversión de 10 millones de dólares.
Ignore los impuestos y haga supuestos adicionales si es necesario.
- ¿Cuál es la tasa real de descuento correcta para los flujos de efectivo de los pozos explotados?
 - El ejecutivo de la empresa petrolera propone añadir 20 puntos porcentuales a la tasa de descuento real para compensar el riesgo de un pozo seco. Calcule el VPN de cada pozo con esta tasa de descuento ajustada.
 - Para usted, ¿cuál es el VPN de los dos pozos?
 - ¿Hay *algún* factor adicional que pudiera agregarse a la tasa de descuento para pozos explotados que arrojará el VPN correcto en ambos casos? Explique.
28. Si tiene acceso a las herramientas para análisis de datos de Excel, utilice las funciones de “regresión” para investigar la confiabilidad de las betas estimadas en los ejercicios prácticos 12 y 14.
- ¿Cuáles son los errores estándar de las betas de los ejercicios prácticos 12a) y 12c)? Dados los errores estándar, ¿podría considerarse que las distintas estimaciones de las betas obtenidas para cada empresa son significativamente diferentes? (Tal vez las diferencias sólo sean “ruido”). ¿Qué *pronóstico* de beta le parecería más confiable para cada empresa?
 - ¿Qué tan confiables son las estimaciones de beta del ejercicio práctico 14a)?
 - Compare el error estándar de la beta de la industria del ejercicio práctico 14b) con los errores estándar de las betas de empresas individuales. Dados estos errores estándar, ¿confiaría en la beta de la industria o las betas de empresas individuales?



MINICASO

Familia Pérez, Inc.

El escenario: Por la tarde en una habitación de una familia cualquiera de Manhattan. Muebles modernos, con viejas copias de *The Wall Street Journal* y el *Financial Times* esparcidas. Fotos autografiadas de Alan Greenspan y George Soros se exhiben de manera prominente. A través de un ventanal se ven a lo lejos las luces del Río Hudson. Juan Pérez está frente a una terminal

de computadora, sorbiendo lentamente una copa de Chardonnay y ordenando un *carry trade* en yenes japoneses por internet. Llega su esposa María.

María: Hola, querido. Me alegro de estar en casa. Fue un día malísimo en el piso de remates. Fue aburrido. Cero volumen, pero hice una cobertura para la producción de nuestra mina de cobre del próximo año. No obtuve una buena cotización del paquete correcto de contratos de futuros, por lo que concreté un *swap* de mercancías.

Juan no contesta.

María: Juan, ¿qué pasa? ¿Otra vez vendiste yenes? Ha sido una transacción perdedora por varias semanas.

Juan: Bueno, sí. No debí haber ido al almuerzo de mercados cambiarios de Goldman Sachs. Pero de alguna manera tengo que salir de la casa. Aquí estoy encerrado todo el día calculando covarianzas e intercambios eficientes de riesgo-rendimiento mientras tú sales a negociar futuros de mercancías. Recibes todo el glamour y el entusiasmo.

María: No te preocupes, querido, terminará pronto. Solamente recalculamos nuestro portafolio más eficiente de acciones ordinarias una vez al trimestre. Después regresarás a los arrendamientos apalancados.

Juan: Tú negocias, yo me encargo de todas las preocupaciones. Ahora hay un rumor de que nuestra arrendadora recibirá una oferta pública de adquisición hostil. Sabía que la razón de deuda era muy baja y olvidaste poner una píldora venenosa. ¡Y ahora has hecho una inversión con VPN negativo!

María: ¿Cuál inversión?

Juan: Ese pozo petrolero de exploración. Otro pozo de ese viejo campo de Sourdough. ¡Costará 5 millones de dólares! ¿Hay petróleo ahí?

María: Juan, ese campo de Sourdough nos ha sido provechoso. ¿De dónde crees que sacamos el capital para tus transacciones en yenes? Apuesto a que encontraremos petróleo. Nuestros geólogos dicen que sólo hay 30% de probabilidades de que resulte un pozo seco.

Juan: Incluso si hallamos petróleo, apuesto a que sólo sacaremos 300 barriles de crudo al día.

María: Eso es 300 barriles diarios. El año tiene 365 días, querido.

El hijo adolescente de Juan y María entra inesperadamente en la habitación.

Juan: ¡Hola, mamá! ¡Hola, papá! ¡Acabo de crear el equipo universitario júnior de derivados! Eso quiere decir que puedo ir al viaje de estudios a la Chicago Board Options Exchange. *(Pausa.)* ¿Qué pasa?

Juan: Tu mamá acaba de hacer otra inversión con VPN negativo. Un pozo petrolero de exploración, mucho más adelante del North Slope de Alaska.

Juan: Eso está bien, papá. Mi mamá ya me lo había dicho. Iba a hacer un cálculo del VPN ayer, pero tenía que terminar de calcular las probabilidades de incumplimiento de bonos chatarra para mi tarea de finanzas corporativas. *(Saca una calculadora financiera de la bolsa.)* Veamos: 300 barriles por día por 365 días al año por 25 dólares por barril al momento de entrega en Los Ángeles... eso da 2.7 millones de dólares anuales.

Juan: Eso da 2.7 millones de dólares para el *próximo* año, suponiendo que encontráramos petróleo. La producción empezará a disminuir 5% cada año. Y todavía tenemos que pagar 10 dólares por barril en gastos de oleoductos y buques para enviar el petróleo desde North Slope hasta Los Ángeles. Con esto nos enfrentamos a un grave apalancamiento operativo.

María: Por otro lado, nuestros consultores de energía prevén aumentos en los precios del petróleo. Si éstos aumentan con la inflación, el precio por barril se incrementaría casi 2.5% anual. Los pozos seguirían produciendo durante al menos 15 años.

Juan: Calcularé el VPN después de terminar las probabilidades de incumplimiento. La tasa de interés es de 6%. ¿Está bien si trabajo con una beta de .8 y nuestra cifra acostumbrada de 7% para la prima de riesgo del mercado?

María: Supongo que sí, Juanito, pero me preocupan los costos fijos de transporte.

Juan: *(Inhala profundamente y se levanta.)* De cualquier manera, ¿qué tal una rica cena familiar? Reservé nuestra mesa acostumbrada en el Four Seasons.

Todos salen.

Comentarista: ¿Es el VPN del pozo petrolero muy negativo? ¿Juan y María tendrán que luchar contra una oferta pública? ¿Utilizará el equipo de derivados de Juanito el método binominal o de Black-Scholes? Descúbralo en nuestro próximo episodio de la Familia Pérez, Inc.

Quizá el estilo de vida de la familia Pérez no sea envidiable, pero más adelante en este libro se aprenderá acerca de todas sus actividades, desde los contratos de futuros hasta la asignación de precios de opciones binominales. Mientras tanto, tal vez quiera imitar el análisis del VPN de Juanito.

PREGUNTAS

1. Calcule el VPN del pozo petrolero de exploración, tomando en cuenta la probabilidad de un pozo seco, los costos de transporte, la disminución en la producción y el incremento previsto en los precios del petróleo. ¿Cuánto tiempo debe continuar la producción del pozo para que sea una inversión con VPN positivo? Ignore impuestos y otras posibles complicaciones.
2. A continuación, considere el apalancamiento operativo. ¿Cómo deberían ser valuados los costos de transporte, suponiendo que se conoce la producción y que los costos son fijos? ¿Cómo cambiaría su respuesta si los costos de transporte fueran proporcionales a la producción? Suponga que las fluctuaciones inesperadas en la producción tienen una beta de cero y son diversificables. *Pista:* La empresa petrolera de los Pérez tiene una excelente calificación crediticia. Su tasa para endeudarse a largo plazo es de sólo 7%.