

Sustento del uso justo
de **Materiales Protegidos**
derechos de autor para
fines educativos



UCI

Universidad para la
Cooperación Internacional

UCI

Sustento del uso justo de materiales protegidos por derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI - para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes en el curso Formulación del Portafolio de Inversiones y Proyectos de Tecnología perteneciente al programa académico Maestría en Administración de Tecnologías de la Información.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor .

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S.Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado editorial. sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.

CAPITULO 5

Por qué el valor actual neto conduce a mejores decisiones de inversión que otros criterios

En los cuatro primeros capítulos hemos presentado, en ocasiones a hurtadillas, la mayoría de los principios básicos de las decisiones de inversión. En este capítulo consolidamos esos conocimientos. También echamos una mirada crítica a otros criterios que a veces utilizan las empresas para tomar decisiones de inversión.

5.1 REPASO DE LOS FUNDAMENTOS

El director financiero de Vegetron ignora cómo analizar una propuesta de inversión de 1 millón de dólares en un nuevo negocio llamado proyecto X. Pregunta qué piensa usted.

Su respuesta sería la siguiente: «Primero, realice una previsión de los flujos de tesorería generados por el proyecto X a lo largo de su vida económica. Segundo, determine el pertinente coste de oportunidad del capital. Este debería reflejar el valor del dinero en el tiempo y el riesgo implicado en el proyecto X. Tercero, utilice el coste de oportunidad del capital para descontar los flujos de tesorería futuros del proyecto X. La suma de los flujos de tesorería descontados recibe el nombre de valor actual (VA). Cuarto, calcule el valor actual neto (VAN) sustrayendo del VA el millón de dólares de la inversión. Invierta en el proyecto X si el VAN es mayor que cero».

Sin embargo, el directivo financiero de Vegetron permanece impasible ante su agudeza mental. Pregunta por qué el VAN es tan importante.

Usted contesta: «Analice qué es lo mejor para los accionistas de Vegetron. Ellos quieren que usted haga que sus acciones de Vegetron valgan tanto como sea posible.

«Ahora el valor total de mercado de Vegetron (precio de la acción multiplicado por el número de acciones existentes) es 10 millones de dólares. Esto incluye 1 millón de dinero líquido que se puede invertir en el proyecto X. El valor de otros activos y oportunidades de Vegetron debe ser, por tanto, de 9 millones de dólares. Tenemos que decidir si es mejor mantener el millón en tesorería y rechazar el proyecto X o utilizar el dinero y aceptar el proyecto X. Llamemos al valor del nuevo proyecto VA. Entonces la elección es como sigue:

ACTIVO	VALOR DE MERCADO, MILLONES DE DOLARES	
	SE RECHAZA EL PROYECTO X	SE ACEPTA EL PROYECTO X
Tesorería	1	0
Otros activos	9	9
Proyecto X	0	PA
	10	9 + PA

»Es claro que el proyecto X merece la pena si su valor actual, VA, es mayor que 1 millón de dólares —esto es, si el valor actual neto es positivo.»

El director financiero: «¿Cómo sé que el VA del proyecto X se reflejará realmente en el valor de mercado de Vegetron?»

Usted contesta: «Suponga que creamos una nueva empresa X independiente, cuyo único activo es el proyecto X. ¿Cuál sería el valor de mercado de la empresa X?»

»Los inversores realizarían una previsión de los dividendos que pagaría la empresa X y descontarían estos dividendos a la tasa de rentabilidad esperada de los títulos que tengan un riesgo comparable al de la empresa X. Sabemos que los precios de las acciones son iguales al valor actual de los dividendos previstos.

»Dado que el proyecto X es el único activo de la empresa X, los dividendos que esperaríamos que pagase la empresa X son exactamente los flujos de tesorería que hemos presupuestado para el proyecto X. Además, la tasa que utilizarían los inversores para descontar los dividendos de la empresa X es exactamente la tasa que deberíamos utilizar para descontar los flujos de tesorería del proyecto X.

»Estoy de acuerdo que la empresa X es totalmente hipotética. Pero, si se acepta el proyecto X, los inversores que posean acciones de Vegetron tendrán en realidad una cartera con el proyecto X y los otros activos de la empresa. Sabemos que los otros activos valen 9 millones de dólares considerados como una inversión distinta. Dado que los valores de los activos son aditivos, fácilmente podemos figurarnos el valor de la cartera una vez que hemos calculado el valor del proyecto X como un negocio separado.

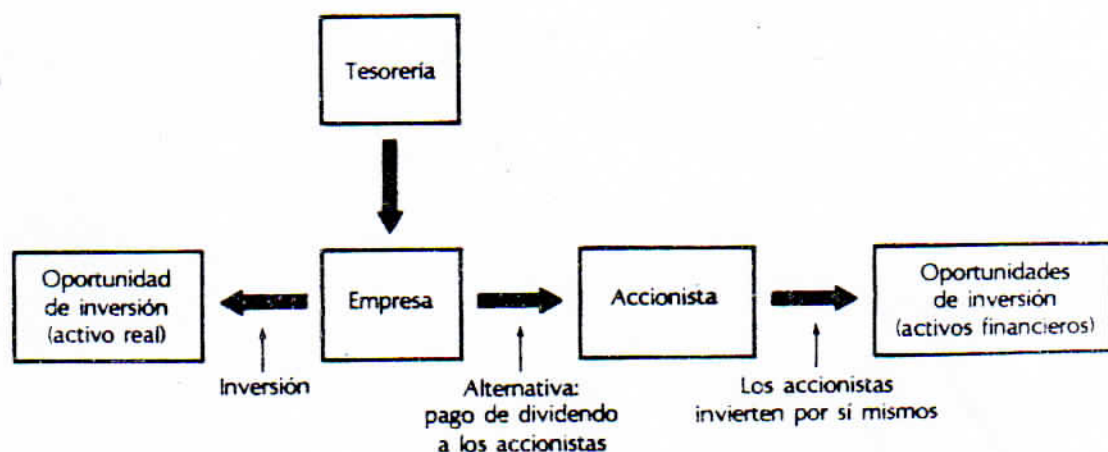
»Al calcular el valor actual del proyecto X, estamos reproduciendo el proceso por el cual las acciones ordinarias de la empresa X serán evaluadas en los mercados de capitales.»

El director financiero: «Lo único que no entiendo es de dónde sale la tasa de descuento.»

Usted contesta: «Estoy de acuerdo en que es difícil medir con precisión la tasa de descuento. Pero es fácil ver lo que estamos *intentando* medir. La tasa de descuento es el coste de oportunidad de invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en el mercado

Figura 5.1

La empresa puede o retener y reinvertir el dinero o reembolsarlo a los inversores. (Las flechas representan posibles flujos de tesorería o transferencia.) Si el dinero es reinvertido, el coste de oportunidad es la tasa esperada de rentabilidad que podrían haber obtenido los accionistas invirtiendo en activos financieros.



de capitales. En otras palabras, en lugar de aceptar un proyecto la empresa siempre puede dar el dinero a los accionistas y dejarles invertir en activos financieros.

»La Figura 5.1 muestra la equivalencia. El coste de oportunidad de aceptar el proyecto es la rentabilidad que podrían haber obtenido los accionistas invirtiendo los fondos por sí mismos. Cuando descontamos los flujos de tesorería del proyecto a las tasas de rentabilidad esperadas sobre activos financieros comparables, estamos midiendo cuánto estarían dispuestos a pagar los inversores por el proyecto de usted.

»¿Pero qué activos financieros? El hecho de que los inversores esperen sólo un 12 por ciento en las acciones de AT & T no significa que una empresa debería comprar la Compañía Electrónica Sinescrúpulos si ofrece el 13 por ciento. El concepto de coste de oportunidad cobra sentido sólo si se comparan activos de riesgo equivalente. En general, usted debe identificar los activos financieros con riesgo equivalente al proyecto en consideración, estimar la tasa esperada de rentabilidad de estos activos y utilizar esa tasa como coste de oportunidad.»

5.2 LOS COMPETIDORES DEL VALOR ACTUAL NETO

Esperemos que el director financiero esté convencido ahora de la bondad del criterio del valor actual neto. Pero es posible que el director haya oído hablar de otros criterios de inversión y desee saber por qué usted no recomienda ninguno de ellos. Ya que usted está preparado, analicemos ahora las cuatro alternativas al VAN más populares. Estas son:

1. Período de recuperación.
2. Rendimiento contable medio.
3. Tasa interna de rentabilidad.
4. Índice de rentabilidad.

Al analizar estos criterios, merece la pena tener en cuenta las siguientes características fundamentales del criterio del valor actual neto. Primero, el criterio del VAN reconoce que *un dólar hoy vale más que un dólar mañana*, debido a que el dólar de hoy puede ser invertido para comenzar a rendir intereses inmediatamente. Cualquier regla de inversión que no reconozca el *valor del dinero en el tiempo* no puede considerarse inteligente. Segundo, el valor actual neto depende únicamente de los *flujos de tesorería previstos* procedentes del proyecto y del *coste de oportunidad del capital*. Cualquier regla de inversión que se vea afectada por los gustos del directivo, los métodos contables elegidos por la empresa, la rentabilidad de los negocios existentes en la empresa, o la rentabilidad de otros proyectos independientes, conducirá a peores decisiones. Tercero, *debido a que todos los valores actuales se miden en dólares de hoy*, es posible sumarlos. Por tanto, si tiene dos proyectos A y B, el valor actual neto de la inversión combinada es

$$VAN(A + B) = VAN(A) + VAN(B)$$

Esta propiedad aditiva tiene importantes consecuencias. Supongamos que el proyecto B tiene un VAN negativo. Si se une al proyecto A, el proyecto conjunto (A + B) tendrá un menor VAN que A por sí solo. Por tanto, es improbable que usted cometa el error de aceptar un mal proyecto (B) sólo porque aparezca junto a uno bueno (A). Como veremos, las medidas alternativas no gozan de esta propiedad aditiva. Si no tiene cuidado, puede dejarse engañar y llegar a aceptar que un proyecto bueno y uno malo es mejor que el proyecto bueno solo.

5.3 EL PLAZO DE RECUPERACION

Las empresas necesitan frecuentemente que el desembolso realizado en cualquier proyecto sea recuperado dentro de cierto período máximo. El plazo o período de recuperación de un proyecto se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de tesorería previstos iguale a la inversión inicial. Considere los proyectos A y B:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERIA, DOLARES				PERIODO DE RECUPERACION, AÑOS	VAN AL 10 POR CIENTO
	C_0	C_1	C_2	C_3		
A	-2.000	+2.000	0	0	1	-182
B	-2.000	+1.000	+1.000	+5.000	2	+3.492

El proyecto A supone una inversión inicial de 2.000 \$ ($C_0 = -2.000$), seguida de una única entrada de tesorería de 2.000 \$ en el año 1. Supongamos que el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento. Entonces, el proyecto A tiene un VAN de 182 \$:

$$VAN(A) = -2.000 + \frac{2.000}{1,10} = -182 \$$$

El proyecto B requiere también una inversión inicial de 2.000 \$, pero proporciona una entrada de tesorería de 1.000 \$ en los años 1 y 2 y 5.000 \$ en el año 3. A un coste de oportunidad del capital de un 10 por ciento, el proyecto B tiene un VAN de +3.492 \$:

$$VAN(B) = -2.000 + \frac{1.000}{1,10} + \frac{1.000}{(1,10)^2} + \frac{5.000}{(1,10)^3} = +3.492 \$$$

De este modo, el criterio del valor actual neto nos dice que rechazemos el proyecto A y aceptemos el B.

El criterio del plazo de recuperación

Veamos ahora con qué rapidez devuelve cada proyecto su inversión inicial. Con el proyecto A, usted necesita 1 año para recobrar sus 2.000 \$; con el proyecto B necesita 2 años. Si la empresa utilizase el **criterio del plazo de recuperación** con un período máximo de 1 año, aceptaría únicamente el proyecto A; si utilizase el criterio del plazo de recuperación con un período máximo de 2 o más años, aceptaría ambos proyectos. Por tanto, independientemente de la elección del período máximo, el criterio del período de recuperación da una respuesta diferente a la dada por el criterio del valor actual neto. La razón de esta diferencia radica en que el criterio del período de recuperación da la misma ponderación a todos los flujos de tesorería generados antes de la fecha correspondiente al período de recuperación y una ponderación nula a todos los flujos posteriores. Por ejemplo, cada uno de los tres proyectos siguientes tiene un período de recuperación de 2 años:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES				VAN AL 10 POR CIENTO	PERIODO DE RECUPERACIÓN, AÑOS
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃		
B	-2000	+1.000	+1.000	+5.000	3.492	2
C	-2.000	0	+2.000	+5.000	3.409	2
D	-2.000	+1.000	+1.000	+100.000	74.867	2

El criterio del período de recuperación dice que todos estos proyectos son igualmente atractivos. Pero el proyecto B tiene un VAN menor que el proyecto C para cualquier tipo de interés positivo (1.000 \$ en cada uno de los años 1 y 2 valen más de 2.000 \$ en el año 2). Y el proyecto D tiene un VAN mayor que B o C. Para utilizar el criterio del período de recuperación, una empresa tiene que decidir una fecha tope adecuada. Si utiliza el mismo período máximo independientemente de la vida del proyecto, tenderá a aceptar proyectos de duración corta y muy pocos de larga duración. Si, por término medio, los períodos máximos son demasiado largos, aceptará algunos proyectos con VAN negativos; si, por término medio, son demasiado cortos, rechazará algunos proyectos que tienen VAN positivos.

Muchas empresas que utilizan el plazo de recuperación eligen el período máximo esencialmente sobre la base de conjeturas. Es posible mejorar esto. Si se conoce el perfil típico de los flujos de tesorería, se puede hallar el período máximo que más se aproximaría a maximizar el valor actual neto¹. Sin embargo, esa fecha tope «óptima» sirve únicamente para aquellos proyectos que tienen perfiles «típicos» de flujos de tesorería. Por esto, sigue siendo mejor utilizar el criterio del valor actual neto.

El plazo de recuperación descontado

Algunas empresas descuentan los flujos de tesorería antes de calcular el período de recuperación. El **criterio del plazo de recuperación descontado** pregunta: «¿Cuántos períodos tarda el proyecto en tener razón de ser según los términos del valor actual neto?» Esta modificación del criterio del período de recuperación supera la objeción de que la ponderación dada a todos los flujos de tesorería antes de la fecha correspondiente sea la misma. Sin embargo, el criterio del período de recuperación descontado todavía no tiene en cuenta ninguno de los flujos de tesorería generados después de esa fecha.

Supongamos que hay dos inversiones mutuamente excluyentes, A y B. Cada una de ellas requiere una inversión de 20.000 \$ y se espera que genere una corriente uniforme de flujos de tesorería comenzando en el año 1. El flujo de tesorería de la inversión A es de 6.500 \$ y dura 6 años. El flujo de tesorería de B es de 6.000 \$, pero dura 10 años. La tasa de descuento apropiada para cada proyecto es del 10 por ciento. La inversión B es claramente mejor en base al valor actual neto:

¹ Si, por término medio, las entradas se distribuyen regularmente a lo largo de la vida del proyecto, el tope óptimo para el criterio del período de recuperación es

$$\text{Período máximo óptimo} = \frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^n}$$

donde n indica la vida del proyecto. Esta expresión para el período de recuperación óptimo fue apuntada por primera vez por M. J. Gordon, «The Pay-Off Period and the Rate of Profit», *Journal of Business*, 28: 253-260 (Octubre, 1955).

$$VAN(A) = -20.000 + \sum_{t=1}^6 \frac{6.500}{(1,10)^t} = +8.309 \$$$

$$VAN(B) = -20.000 + \sum_{t=1}^{10} \frac{6.000}{(1,10)^t} = +16.867 \$$$

Con todo, A obtiene entradas de tesorería mayores que B en cada año de su vida, y por eso, obviamente, tiene el período de recuperación descontado más corto. El período de recuperación descontado de A es algo inferior a 4 años, ya que el valor actual de 6.500 \$ al 10 por ciento durante 4 años es 20.604 \$. El período de recuperación descontado de B es algo superior a 4 años, ya que el valor actual de 6.000 \$ durante 4 años es 19.019 \$.

El período de recuperación descontado es algo mejor que el período de recuperación no descontado. Reconoce que un dólar al comienzo del período de recuperación vale más que un dólar al final de este período. Esto ayuda, pero no demasiado. El criterio del período de recuperación descontado depende todavía de la elección de una fecha tope arbitraria e ignora todavía todos los flujos de tesorería después de esta fecha.

5.4 RENDIMIENTO CONTABLE MEDIO

Algunas empresas juzgan un proyecto de inversión analizando su **tasa de rendimiento contable**. Para calcular la tasa de rendimiento contable es necesario dividir el beneficio medio esperado de un proyecto, después de amortizaciones e impuestos, por el valor medio contable de la inversión. Se compara entonces este ratio con la tasa de rendimiento contable de la empresa en su conjunto o con alguna referencia externa, tal como la tasa media de rendimiento contable en el sector.

El Cuadro 5.1a muestra las cuentas de resultados provisionales del proyecto A^a a lo largo de sus 3 años de vida. Su beneficio neto medio es 2.000 \$ al año (suponemos, por simplificar, que no hay impuestos). La inversión requerida es de 9.000 \$ en $t = 0$. Esta cantidad es amortizada después a una tasa constante de 3.000 \$ al año. De este modo, el valor contable de la nueva inversión disminuirá desde 9.000 \$ en el año 0 a cero en el año 3.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Valor contable bruto de la inversión	9.000 \$	9.000 \$	9.000 \$	9.000 \$
Amortización acumulada	0 \$	3.000 \$	6.000 \$	9.000 \$
Valor contable neto de la inversión	9.000 \$	6.000 \$	3.000 \$	0 \$

Valor contable neto medio = 4.500 \$

El beneficio neto medio es 2.000 \$ y la inversión neta media es 4.500 \$. Por tanto, la tasa media de rendimiento contable es $2.000/4.500 = 0,44$. El proyecto A sería emprendido si la tasa de rendimiento contable deseada por la empresa —su objetivo al respecto— fuese inferior al 44 por ciento².

² Existen muchas variantes de este criterio. Por ejemplo, algunas empresas miden la *rentabilidad contable sobre el coste*, esto es, el ratio de beneficios medios antes de amortizaciones, pero después de impuestos, sobre el coste inicial del activo.

CUADRO 5.1a
Cálculo de la tasa de
rendimiento contable
medio de una
inversión de 9.000 \$
en el proyecto A

PROYECTO A	FLUJO DE TESORERÍA, DOLARES		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ingresos	12.000	10.000	8.000
Costes con salida de tesorería	6.000	5.000	4.000
Flujo de tesorería	6.000	5.000	4.000
Amortización	3.000	3.000	3.000
Beneficio neto	3.000	2.000	1.000

$$\text{Tasa de rendimiento contable medio} = \frac{\text{beneficio anual medio}}{\text{inversión anual media}} = \frac{2.000}{4.500} = 0,44$$

Este criterio sufre varios defectos serios. Primero, dado que considera únicamente la rentabilidad *media* sobre la inversión contable, no tiene en cuenta el hecho de que los ingresos inmediatos valen más que los distantes. Mientras el período de recuperación no pondera los flujos más distantes, el rendimiento contable les da demasiada importancia. De este modo, el Cuadro 5.1b podemos presentar dos proyectos, B y C, que tienen la misma inversión contable media, el mismo beneficio contable medio y el mismo rendimiento contable medio que el proyecto A. Con todo, A tiene claramente un VAN mayor que B o C, debido a que la mayor parte de los flujos de tesorería del proyecto A ocurren en los primeros años.

Obsérvese también que el rendimiento contable medio depende del beneficio contable; no está basado en los flujos de tesorería del proyecto. Con frecuencia, los flujos de tesorería y el beneficio contable son muy diferentes. Por ejemplo, el contable califica algunas salidas de dinero como *inversiones de capital* y otras como *gastos operativos*. Los gastos operativos son, por supuesto, inmediatamente deducidos del beneficio de cada año. Las inversiones de capital se amortizan según un plan arbitrario elegido por el contable. Después, el coste por amortización se deduce del beneficio de cada año. De este modo el rendimiento contable medio depende de qué partidas considere el contable como inversiones de capital y con qué rapidez se amorticen. Sin embargo, las decisiones del contable no tienen nada que ver con el flujo de tesorería³, y, por tanto, no deberían afectar a la decisión de aceptación o rechazo.

³ Por supuesto, el método de amortización, utilizado a efectos impositivos tiene consecuencias monetarias que deberían tomarse en cuenta al calcular el VAN.

CUADRO 5.1b
Todos los proyectos
A, B y C cuestan
9.000 \$ y producen
un beneficio medio
de 2.000 \$. Por tanto,
todos tienen una
tasa de rendimiento
contable del 44
por ciento

PROYECTO	FLUJO DE TESORERÍA, DOLARES		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
A Flujo de tesorería	6.000	5.000	4.000
Beneficio neto	3.000	2.000	1.000
B Flujo de tesorería	5.000	5.000	5.000
Beneficio neto	2.000	2.000	2.000
C Flujo de tesorería	4.000	5.000	6.000
Beneficio neto	1.000	2.000	3.000

Una empresa que utilice el rendimiento contable medio tiene que fijar una referencia para juzgar un proyecto. Esta decisión es también arbitraria. A veces la empresa utiliza como referencia su rendimiento contable hoy. En este caso, las empresas con altas tasas de rentabilidad en sus actuales negocios pueden verse conducidas a rechazar buenos proyectos, y las empresas con bajas tasas de rentabilidad pueden verse llevadas a aceptar malos proyectos.

El período de recuperación es una mala regla. El rendimiento contable medio es, probablemente, peor. Ignora el coste de oportunidad del dinero y no está basado en los flujos de tesorería de un proyecto, y las decisiones de inversión pueden estar relacionadas con la rentabilidad de los negocios presentes de la empresa.

5.5 TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (O DEL FLUJO DE TESORERÍA DESCONTADO)

Mientras el período de recuperación y el rendimiento medio contable son criterios *ad hoc*, la tasa interna de rentabilidad tiene un abolengo más respetable y es recomendada en muchos textos financieros. Por tanto, si nos explayamos más en sus deficiencias, no se debe a que éstas sean más numerosas, sino a que son menos obvias.

En el Capítulo 2 hemos señalado que el valor actual neto podría también expresarse en términos de tasa de rentabilidad, lo cual conduciría al siguiente criterio: «Acepte oportunidades de inversión que ofrezcan tasas de rentabilidad superiores a sus costes de oportunidad del capital». Adecuadamente interpretada, esta afirmación es absolutamente correcta. Sin embargo, la interpretación no siempre es sencilla en los proyectos de inversión duraderos.

No existe ambigüedad en la definición de la verdadera tasa de rentabilidad de una inversión que genera un único rendimiento al cabo de 1 período:

$$\text{Tasa de rentabilidad} = \frac{\text{rendimiento}}{\text{inversión}} - 1$$

Alternativamente, podemos especificar el VAN de la inversión y hallar el tipo de descuento que hace el VAN = 0.

$$\text{VAN} = C_0 + \frac{C_1}{1 + \text{tipo de descuento}} = 0$$

lo que implica

$$\text{Tasa de descuento} = \frac{C_1}{-C_0} - 1$$

Por supuesto, C_1 es el rendimiento y $-C_0$ es la inversión requerida y, por tanto, nuestras dos ecuaciones dicen exactamente lo mismo. La tasa de descuento que hace el VAN = 0 es también la tasa de rentabilidad.

Por desgracia, no existe una manera totalmente satisfactoria de definir la auténtica tasa de rentabilidad de un activo duradero. El mejor concepto disponible es la denominada **tasa de rentabilidad del flujo de tesorería descontado (FTD)** o **tasa interna de rentabilidad (TIR)**. La tasa interna de rentabilidad se utiliza frecuentemente en finanzas. Puede ser una medida práctica, pero, como veremos, también puede ser una medida engañosa. Por tanto, debería saber cómo calcularla y utilizarla adecuadamente.

La tasa interna de rentabilidad se define como el tipo de descuento que hace el $VAN=0$. Esto significa que para hallar la TIR de un proyecto de inversión que dura T años, usted debe calcular la TIR en la siguiente expresión:

$$VAN = C_0 + \frac{C_1}{1 + TIR} + \frac{C_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1 + TIR)^T} = 0$$

El cálculo efectivo de la TIR implica normalmente un proceso de prueba y error. Por ejemplo, considere un proyecto que produce los siguientes flujos:

FLUJOS DE TESORERÍA, DÓLARES		
C_0	C_1	C_2
- 4.000	+ 2.000	+ 4.000

La tasa interna de rentabilidad es TIR en la ecuación

$$VAN = - 4.000 + \frac{2.000}{1 + TIR} + \frac{4.000}{(1 + TIR)^2} = 0$$

Probemos arbitrariamente con un tipo de descuento cero. En este caso, el VAN no es cero, sino + 2.000 dólares:

$$VAN = - 4.000 + \frac{2.000}{1,0} + \frac{4.000}{(1,0)^2} = + 2.000 \$$$

El VAN es positivo; por tanto, la TIR debe ser mayor que cero. La siguiente etapa podría ser probar un tipo de descuento del 50 por ciento. En este caso el valor actual neto es - 889 \$:

$$VAN = - 4.000 + \frac{2.000}{1,50} + \frac{4.000}{(1,50)^2} = - 889 \$$$

El VAN es negativo; por tanto la TIR debe ser menor que el 50 por ciento. En la Figura 5.2 hemos recogido los valores actuales netos derivados de un abanico de tipos de descuento. Podemos ver en ella que un tipo de descuento del 28 por ciento da lugar al deseado valor actual neto igual a cero. Por tanto, la TIR es el 28 por ciento.

La manera más fácil de calcular la TIR, si usted tiene que hacerlo a mano, es dibujar tres o cuatro combinaciones de VAN y tipo de descuento sobre un gráfico como el de la Figura 5.2, uniendo los puntos con una línea uniforme, y leer el tipo de descuento al cual el $VAN = 0$. Por supuesto, es más rápido y más seguro utilizar un ordenador o una calculadora especialmente programada, y esto es lo que hacen la mayoría de las empresas.

Ahora, el criterio para el presupuesto de capital sobre la base de la tasa interna de rentabilidad es aceptar un proyecto de inversión si el coste de oportunidad del capital es menor que la tasa interna de rentabilidad. Puede ver usted el razonamiento que descansa detrás de esta idea si mira otra vez a la Figura 5.2. Si el coste de oportunidad del capital es menor que el 28 por ciento de la TIR, entonces el proyecto tiene un VAN

Valor actual neto, dólares

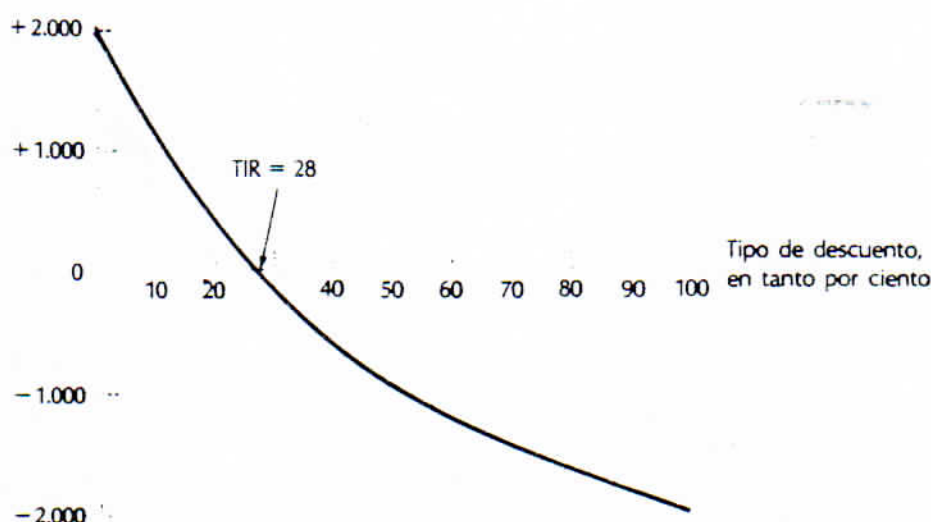


Figura 5.2
Este proyecto cuesta 4.000 \$ y produce unas entradas de tesorería de 2.000 \$ en el año 1 y 4.000 \$ en el año 2. Su tasa interna de rentabilidad (TIR) es el 28 por ciento, tipo de descuento al cual el VAN es cero.

positivo cuando se descuenta al coste de oportunidad del capital. Si es igual a la TIR, el proyecto tiene un VAN cero. Y si es mayor que la TIR, el proyecto tiene un VAN negativo. Por tanto, cuando comparamos el coste de oportunidad del capital con la TIR de nuestro proyecto, estamos realmente preguntando si nuestro proyecto tiene un VAN positivo. Esto no sólo es cierto para nuestro ejemplo. El criterio dará la misma respuesta que el criterio del valor actual neto *siempre que el VAN de un proyecto sea una función uniformemente decreciente del tipo de descuento*⁴.

Muchas empresas utilizan como criterio la tasa interna de rentabilidad con preferencia al valor actual neto. Nosotros pensamos que esto es una pena. Aunque, adecuadamente planteados, los dos criterios son formalmente equivalentes, la tasa interna de rentabilidad contiene varias dificultades.

1.ª dificultad: ¿Prestar o endeudarse?

No todas las corrientes de flujos de tesorería tienen la propiedad de que el VAN disminuya a medida que el tipo de descuento aumenta. Consideremos los siguientes proyectos A y B:

TESORERÍA	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES		TIR, EN TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁		
A	-1.000	+1.500	+50	+364
B	+1.000	-1.500	+50	-364

⁴ He aquí un aviso de prudencia. Algunas personas confunden la tasa interna de rentabilidad y el coste de oportunidad del capital, debido a que ambos aparecen como tipos de descuento en la fórmula del VAN. La tasa interna de rentabilidad es una medida de rentabilidad que depende únicamente de la cuantía y duración de los flujos de tesorería del proyecto. El coste de oportunidad del capital es un estándar de rentabilidad para proyecto, que nosotros utilizamos para calcular cuánto vale el proyecto. El coste de oportunidad del capital se establece en los mercados de capitales. Es la tasa esperada de rentabilidad ofrecida por otros activos equivalentes en riesgo al proyecto que está siendo evaluado.

Cada proyecto tiene una TIR del 50 por ciento. (Expresado en otras palabras, $-1.000 + 1.500/1,5 = 0$ y $+1.000 - 1.500/1,5 = 0$.)

¿Significa esto que son igualmente atractivos? Claramente, no. En el caso de A, donde inicialmente estamos pagando 1.000 \$, estamos *prestando* dinero al 50 por ciento; en el caso de B, donde inicialmente estamos recibiendo 1.000 \$, estamos *tomando prestado* dinero al 50 por ciento. Cuando prestamos dinero, deseamos una *alta* tasa de rentabilidad; cuando nos endeudamos, deseamos una tasa de rentabilidad *baja*.

Si dibuja un gráfico como el de la Figura 5.2 para el proyecto B, encontrará que el VAN aumenta a medida que aumenta el tipo de descuento. Obviamente, el criterio de la tasa interna de rentabilidad, como hemos indicado más arriba, no funciona en este caso; tenemos que buscar una TIR *menor* que el coste de oportunidad del capital.

Esto es bastante sencillo, pero analicemos ahora el proyecto C:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES				TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C_0	C_1	C_2	C_3		
C	+1.000	-3.600	+4.320	-1.728	+20	-0,75

Resulta que el proyecto C tiene un VAN igual a cero al tipo de descuento del 20 por ciento. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, significa que el proyecto es bueno. ¿O no es así? En parte, el proyecto C es como endeudarse, debido a que recibimos dinero ahora y lo pagamos en el primer período; en parte es también como prestar dinero, debido a que pagamos dinero en el período 1 y lo recobramos en el período 2. ¿Deberíamos aceptarlo o rechazarlo? La única manera de encontrar la respuesta es mirar el valor actual neto. La Figura 5.3 muestra que el VAN de nuestro proyecto *aumenta* a medida que el tipo de descuento aumenta. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento (es decir, menor que la TIR), el proyecto tiene un pequeño VAN negativo y deberíamos rechazarlo.

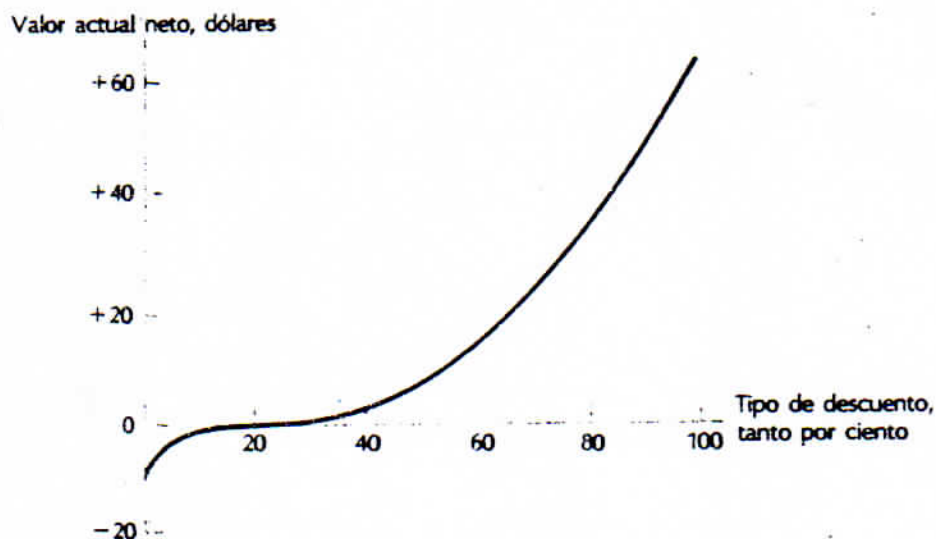


Figura 5.3
El valor actual neto del proyecto C aumenta a medida que el tipo de descuento aumenta.

dificultad: Tasas de rentabilidad múltiples

El proyecto C tenía una única TIR, pero generalmente éste no será el caso cuando exista más de un cambio de signo en los flujos de tesorería. Considere, por ejemplo, el proyecto D. Su coste es de 4.000 \$ y le produce 25.000 \$ en el primer año. Después usted tiene que pagar 25.000 \$ en el año 2. (Hay muchos proyectos que implican salidas de tesorería al final. Por ejemplo, si usted extrae carbón en explotación a cielo abierto, puede que tenga que invertir sustanciosas cantidades para hacer utilizable la tierra después de que el carbón ha sido extraído.)

	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES			TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁	C ₂		
D	-4.000	+25.000	-25.000	25 y 400	-1.934

Observe que hay dos tipos de descuento que hacen el VAN = 0. Esto es, se cumple cada una de las siguientes expresiones:

$$VAN = -4.000 + \frac{25.000}{1,25} - \frac{25.000}{(1,25)^2} = 0$$

y

$$VAN = -4.000 + \frac{25.000}{5} - \frac{25.000}{(5)^2} = 0$$

En otras palabras, la inversión tiene una TIR a la vez del 25 y del 400 por ciento. La Figura 5.4 muestra cómo sucede esto. A medida que el tipo de descuento aumenta, el VAN aumenta en un principio y después disminuye. La razón de esto es el doble cambio de signo de la corriente de flujos de tesorería. Un proyecto puede tener tantas tasas internas de rentabilidad como cambios de signo se produzcan en los flujos de tesorería³.

Por si esto no fuese suficiente, también hay casos en los que no existe tasa de rentabilidad alguna. Por ejemplo, el proyecto E tiene un valor actual neto positivo para cualquier tipo de descuento.

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES			TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁	C ₂		
E	+1.000	-3.000	+2.500	ninguno	+339

Se han ideado numerosas adaptaciones del criterio de la TIR para tales casos. No sólo son inadecuadas, sino también innecesarias, ya que la solución es simplemente utilizar el criterio del valor actual neto.

³ Por la «regla de los signos» de Descartes, puede haber tantas soluciones diferentes para un polinomio como cambios de signo tenga. Para una discusión del problema de las múltiples tasas de rentabilidad, véase J. H. Lorie y L. J. Savage, «Three Problems in Rationing Capital», *Journal of Business*, 28: 229-239 (Octubre, 1955); y E. Solomon, «The Arithmetic of Capital Budgeting», *Journal of Business*, 29: 124-129 (Abril, 1956).

Valor actual neto, dólares

+4.000

+2.000

0

-2.000

-4.000

TIR = 400 por ciento

TIR = 25 por ciento

Tipo de descuento,
tanto por ciento

Figura 5.4
El proyecto D tiene dos tasas internas de rentabilidad. El VAN = 0 cuando la TIR = 25 por ciento y cuando la TIR = 400 por ciento.

3.ª dificultad: Proyectos mutuamente excluyentes

Con frecuencia, las empresas tienen que elegir entre varias maneras alternativas de realizar el mismo trabajo o utilizar la misma instalación. En otras palabras, necesitan elegir entre varios **proyectos mutuamente excluyentes**. Aquí puede llevar a errores utilizar demasiado el criterio de la TIR.

Considere los proyectos F y G:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES		TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁		
F	-100	+200	100	82
G	-10.000	+15.000	50	3.636

Ambos son buenos proyectos, pero G tiene el mayor VAN y es, por tanto, el mejor. Sin embargo, el criterio de la TIR parece indicar que, si usted tiene que elegir, debería inclinarse por F, ya que tiene la mayor TIR. Si sigue el criterio de la TIR, tiene la satisfacción de ganar una tasa de rentabilidad del 100 por cien: si sigue el criterio del VAN, tiene una riqueza de 3.636 \$ más.

En estos casos, puede salvar usted el criterio de la TIR analizando la tasa interna de rentabilidad de los flujos incrementales. He aquí cómo hacerlo. Primero, considere el proyecto menor (F en nuestro ejemplo). Este tiene una TIR del 100 por ciento, lo cual supera ampliamente el 10 por ciento de coste de oportunidad del capital. Sabe, por tanto, que F es aceptable. Pregúntese ahora si merece la pena hacer la inversión adicional de 9.900 \$ en G. Los flujos incrementales obtenidos al llevar a cabo G en vez de F son los siguientes:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES		TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁		
G-F	-9.900	+14.800	49	3.554

La TIR de la inversión incremental es 49 por ciento, lo cual también está muy por encima del 10 por ciento de coste de oportunidad del capital. De manera que usted preferiría el proyecto G al F⁶.

A menos que se analice la inversión incremental, no se puede confiar en la TIR para hacer una ordenación de proyectos de diferente escala. También es poco fiable para realizar ordenaciones de proyectos que ofrecen diferentes perfiles de flujos de tesorería a lo largo del tiempo. Por ejemplo, supongamos que la empresa puede emprender el proyecto H o el proyecto I, pero no ambos (ignore J por el momento):

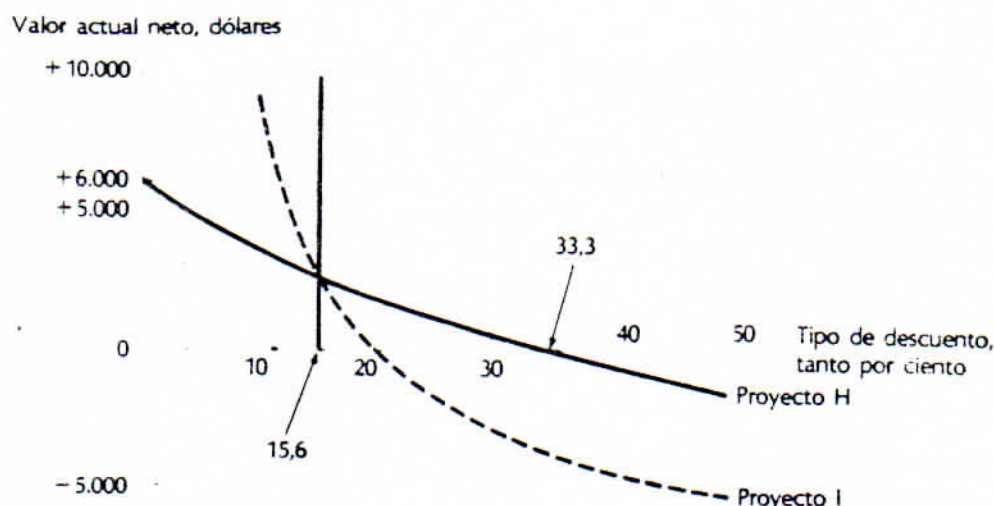
PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES						TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅		
H	-9.000	+6.000	+5.000	+4.000	0	0	...	33
I	-9.000	+1.800	+1.800	+1.800	+1.800	+1.800	...	20
J		-6.000	+1.200	+1.200	+1.200	+1.200	...	20

El proyecto H tiene una TIR mayor, pero el proyecto I tiene un VAN mayor. La Figura 5.5 muestra por qué los dos criterios dan diferentes respuestas. La línea continua representa el valor actual neto del proyecto H para diferentes tipos de descuento. Dado que un tipo de descuento del 33 por ciento produce un valor actual neto de cero, ésta es la tasa interna de rentabilidad del proyecto H. De manera similar, la línea discontinua muestra el valor actual neto del proyecto I para diferentes tipos de descuento. La TIR del proyecto I es el 20 por ciento. (Supongamos que los flujos de tesorería del proyecto I continúan indefinidamente.) Observe que el proyecto I tiene un VAN mayor siempre y cuando el coste de oportunidad del capital sea inferior al 15,6 por ciento.

La razón por la cual la TIR conduce a error es que las entradas totales de tesorería del proyecto I son mayores, pero tienden a ocurrir más tarde. Por tanto, cuando el tipo de descuento es bajo, I tiene el mayor VAN; cuando la tasa de descuento es alta, H tiene el mayor VAN. (Se puede ver en la Figura 5.5 que los dos proyectos tienen el mismo VAN cuando el tipo de descuento es el 15,6 por ciento.) Las tasas internas de rentabilidad de los dos proyectos nos dicen que para una tasa de descuento del 20 por ciento I tiene un VAN igual a cero (TIR = 20 por ciento) y H tiene un VAN positivo. De este modo, si el coste de oportunidad del capital fuese del 20 por ciento, los inversores atribuirían un valor mayor al proyecto H, de más corta duración. Pero, en nuestro

⁶ Sin embargo, usted puede encontrarse con que ha saltado de la sartén al fuego. Las series de flujos de tesorería incrementales pueden implicar varios cambios de signo. En este caso, es probable que haya múltiples TIR-y, después de todo, se verá obligado a utilizar el criterio del VAN.

Figura 5.5
La TIR del proyecto H es mayor que la del proyecto I, pero el valor actual neto del proyecto I es mayor sólo si el tipo de descuento es inferior al 15,6 por ciento.



ejemplo, el coste de oportunidad del capital no es del 20 por ciento, sino del 10 por ciento. Los inversores están dispuestos a pagar precios relativamente altos por títulos a largo plazo, y por ello pagarán un precio relativamente alto por el proyecto de mayor duración. A un coste de capital del 10 por ciento, una inversión en I tiene un VAN de 9.000\$ y una inversión en H tiene un VAN de sólo 3.592\$⁷.

Este es uno de nuestros ejemplos favoritos. Hemos encontrado muchas reacciones a él por parte de los hombres de empresa. Cuando pedíamos que se eligiera entre H e I, muchos elegían H. La razón parece ser el rápido plazo de recuperación que proporciona el proyecto H. En otras palabras, ellos creen que si eligen H, pueden también adoptar otro proyecto como J (obsérvese que se puede financiar J utilizando los flujos de tesorería generados por H), mientras que si optan por I no tendrán dinero suficiente para J. Dicho de otro modo, suponen implícitamente que es una escasez de capital lo que les obliga a la elección entre H e I. Cuando se saca a relucir esta suposición implícita, normalmente admiten que I es mejor si no existe escasez de capital.

Pero la introducción de la escasez de capital hace surgir dos cuestiones más. La primera procede del hecho de que la mayoría de los ejecutivos que prefieren H a I trabajan para empresas que no deberían tener dificultad en conseguir más capital. ¿Por qué un directivo de G.M., pongamos por caso, elige H debido a un capital limitado? G.M. puede conseguir el capital suficiente y emprender el proyecto J, independientemente de si se elige H o I; por tanto, J no debería afectar a la elección entre H e I. La respuesta parece ser que las empresas grandes normalmente imponen presupuestos de capital sobre divisiones y subdivisiones como una parte del sistema de planificación y control de la empresa. Dado que el sistema es complicado e incómodo, los presupuestos no se alteran con facilidad, y debido a ello son percibidos por los directivos intermedios como limitaciones reales.

La segunda cuestión es ésta. Si hay una limitación de capital, ya sea real o

⁷ Con frecuencia se sugiere que la elección entre el criterio del valor actual neto y el criterio de la tasa interna de rentabilidad debería depender de la tasa probable de reinversión. Esto es erróneo. Nunca se debería permitir que la futura rentabilidad de otra inversión independiente influya en la decisión de inversión. Para una discusión de la hipótesis de reinversión, véase A. A. Alchian, «The Rate of Interest, Fisher's Rate of Return over Cost and Keynes' Internal Rate of Return», *American Economic Review*, 45: 938-942 (Diciembre, 1955).

autoimpuesta, ¿debería utilizarse la TIR para realizar una ordenación de proyectos? La respuesta es no. El problema, en este caso, es encontrar el paquete de proyectos de inversión que satisface la limitación de capital y tiene el mayor valor actual neto. El criterio de la TIR no identificará este paquete. Como mostraremos en el Capítulo 6, la única manera práctica de hacerlo es utilizar la técnica de la programación lineal.

Cuando tenemos que elegir entre los proyectos H e I, es más fácil comparar los valores actuales netos. Pero si se siente seducido por el criterio de la TIR, puede utilizarlo siempre y cuando analice la tasa interna de rentabilidad de los flujos incrementales. El procedimiento es exactamente el mismo que el mostrado arriba. Primero, se comprueba que el proyecto H tiene una TIR satisfactoria. Luego se analiza la rentabilidad de la inversión adicional en I.

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES						TIR, TANTO POR CIENTO	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅		
I-H	0	-4.200	-3.200	-2.200	+1.800	+1.800	...	+5.408

La TIR de la inversión incremental en I es el 15,6 por ciento. Dado que es mayor que el coste de oportunidad del capital, debería emprenderse I en vez de H.

4.ª dificultad: ¿Qué ocurre cuando no podemos eludir la estructura temporal de los tipos de interés?

Hemos simplificado nuestra discusión sobre el presupuesto de capital suponiendo que el coste de oportunidad del capital es el mismo para todos los flujos de tesorería, C₁, C₂, C₃, etc. Ahora éste no es el lugar adecuado para discutir la estructura temporal de los tipos de interés, pero debemos señalar ciertos problemas que surgen con el criterio de la TIR cuando los tipos de interés a corto plazo son distintos de los tipos a largo plazo.

$$VAN = C_0 + \frac{C_1}{1+r_1} + \frac{C_2}{(1+r_2)^2} + \dots$$

En otras palabras, descontamos C₁ al coste de oportunidad del capital para 1 año, C₂ al coste de oportunidad del capital para 2 años, y así sucesivamente. El criterio de la TIR nos dice que aceptemos un proyecto si la TIR es mayor que el coste de oportunidad del capital. ¿Pero qué hacemos cuando tenemos varios costes de oportunidad del capital? ¿Comparamos la TIR con r₁, r₂, r₃, ...? En realidad, deberíamos calcular una complicada media ponderada de estos tipos para obtener un número comparable con la TIR.

¿Qué significa esto para el presupuesto de capital? Significa dificultades para el criterio de la TIR siempre que la estructura temporal de los tipos de interés llegue a ser importante^a. En una situación en la que sea importante, tenemos que comparar la TIR

^a El origen de la dificultad radica en que la TIR es una cifra derivada sin ninguna interpretación económica simple. Si queremos definirla, no podemos hacerlo más que diciendo que es el tipo de descuento que aplicado a todos los flujos de tesorería hace el VAN = 0. La TIR es una media compleja de diferentes tipos de interés. Aquí el problema no radica en la incomodidad de su cálculo, sino en que es un número sin demasiada utilidad.

del proyecto con la TIR esperada (rentabilidad al vencimiento) ofrecida por un título negociable que: (1) tenga un riesgo similar al del proyecto, y (2) ofrezca el mismo perfil de flujos de tesorería que el proyecto. Esto es más fácil decirlo que hacerlo. Es mucho más fácil olvidarse de la TIR y calcular el VAN.

Muchas empresas utilizan la TIR, suponiendo de ese modo implícitamente que no hay diferencias entre los tipos de interés a corto y a largo plazo. Hacen esto por la misma razón que hasta ahora nosotros hemos eludido el asunto de la estructura temporal: simplicidad⁹.

Veredicto sobre la TIR

Hemos dado cuatro ejemplos de cosas que pueden conducir a error con la TIR. Hemos dado sólo un ejemplo sobre lo que podría conducir a error con el período de recuperación o el rendimiento contable. ¿Significa esto que la TIR es cuatro veces peor que las otras dos reglas? Todo lo contrario. Hay pocos aspectos en las deficiencias del período de recuperación o del rendimiento contable sobre los que explayarse. Indudablemente, son reglas *ad hoc*, que a menudo conducen a conclusiones absurdas. El criterio de la TIR tiene un abolengo mucho más respetable. Es menos fácil de utilizar que el VAN, pero adecuadamente utilizada da la misma respuesta. Ahora que conoce sus peligros, debería ser capaz de usarla adecuadamente.

5.6 INDICE DE RENTABILIDAD O RATIO BENEFICIO-COSTE

El **índice de rentabilidad** (o **ratio beneficio-coste**) es el valor actual de los flujos de tesorería previstos dividido por la inversión inicial:

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{VA}{-C_0}$$

El criterio del índice de rentabilidad nos dice que aceptemos todos los proyectos con un índice mayor que 1. Si el índice de rentabilidad es mayor que 1, el valor actual (VA) es mayor que la inversión inicial ($-C_0$) y, por tanto, el proyecto debe tener un valor actual neto positivo. El índice de rentabilidad conduce, por tanto, exactamente a la misma decisión que el valor actual neto¹⁰.

Sin embargo, al igual que la tasa interna de rentabilidad, el índice de rentabilidad puede ser erróneo cuando estamos obligados a elegir entre dos inversiones mutuamente excluyentes. Consideremos los siguientes proyectos:

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES		VAN AL 10 POR CIENTO	INDICE DE RENTA- BILIDAD	VAN AL 10 POR CIENTO
	C_0	C_1			
K	-100	+200	182	1,82	82
L	-10.000	+15.000	13.636	1,36	3.636

⁹ En el Capítulo 9 analizaremos algunos casos especiales en los que sería erróneo utilizar el mismo tipo de descuento para flujos a corto y a largo plazo.

¹⁰ Algunas empresas no descuentan los beneficios o los costes antes de calcular el índice de rentabilidad. Cuanto menos se diga de estas empresas, mejor.

Ambos son buenos proyectos, según indica correctamente el índice de rentabilidad. Pero supongamos que los proyectos son mutuamente excluyentes. Deberíamos optar por L, el proyecto con mayor VAN. Sin embargo, el índice de rentabilidad da a K una mayor puntuación.

Como con la tasa interna de rentabilidad, siempre se pueden resolver tales problemas analizando el índice de rentabilidad de la inversión *incremental*. En otras palabras, usted comprueba primero que el proyecto K merece la pena; después calcula el índice de rentabilidad de la inversión adicional de 9.900 \$ en L.

PROYECTO	FLUJOS DE TESORERÍA, DOLARES		VA AL 10 POR CIENTO	ÍNDICE DE RENTABILIDAD	VAN AL 10 POR CIENTO
	C ₀	C ₁			
L-K	- 9.900	+ 14.800	13.454	1,36	3.554

El índice de rentabilidad de la inversión adicional es mayor que 1. Usted sabe de este modo que L es el mejor proyecto.

De nuestros cuatro criterios, el índice de rentabilidad se asemeja muy estrechamente al valor actual neto. En el próximo capítulo veremos un caso bastante especial en el que el índice de rentabilidad es el criterio de mayor utilidad. Pero para la mayoría de los propósitos es más seguro trabajar con los valores actuales netos, que son aditivos, que con índices de rentabilidad, que no lo son.

7 RESUMEN

Si va a persuadir a su empresa para que utilice el criterio del valor actual neto, debe estar preparado para explicar por qué otros criterios no conducen a decisiones correctas. Por eso hemos dedicado este capítulo a cuatro criterios de inversión alternativos.

Algunas empresas utilizan el método del plazo de recuperación para tomar decisiones de inversión. En otras palabras, aceptan sólo aquellos proyectos que recuperan su inversión inicial dentro de cierto período especificado. El período de recuperación es una regla *ad hoc*. Ignora el orden en que se suceden los flujos de tesorería dentro del período del plazo de recuperación, e ignora totalmente los flujos de tesorería posteriores. No tiene en cuenta, por tanto, el coste de oportunidad del capital.

La simplicidad del período de recuperación hace de él un mecanismo fácil para describir proyectos de inversión. Los directivos hablan ocasionalmente de proyectos de «rápido período de recuperación», de la misma manera que los inversores hablan de acciones ordinarias de «alto P/B». El hecho de que los directivos hablen de plazos de recuperación de proyectos no significa que el criterio del período de recuperación determine sus decisiones. Algunos directivos utilizan el plazo de recuperación para juzgar inversiones de capital. Por qué confían en un concepto tan enormemente sobresimplificado es un enigma.

Algunas empresas utilizan el rendimiento contable medio. En este caso, la empresa debe decidir qué salidas de caja constituyen inversiones de capital y deben escoger con cuidado planes de amortización adecuados. Debe calcular después el ratio del beneficio medio sobre el valor contable medio de la inversión, y compararlo con el objetivo de rentabilidad de la empresa. El rendimiento contable medio es otro método

ad hoc. Dado que olvida si el beneficio se produce el próximo año o el próximo siglo, no tiene en cuenta el coste de oportunidad del dinero.

La tasa interna de rentabilidad (TIR) se define como el tipo de descuento al cual el VAN de un proyecto sería igual a cero. Es una medida práctica y ampliamente utilizada en finanzas; usted debería saber, por tanto, cómo calcularla. El criterio TIR establece que las empresas deberían aceptar cualquier inversión que ofrezca una TIR superior al coste de oportunidad del capital. El criterio TIR es, como el valor actual neto, una técnica basada en los flujos de tesorería descontados. Por tanto, dará la respuesta correcta si se utiliza correctamente. El problema es que es fácilmente mal aplicada. He aquí cuatro cosas con las que tener cuidado:

1. *¿Prestar o endeudarse?* Si un proyecto ofrece flujos de tesorería positivos seguidos de flujos negativos, el VAN *aumenta* a medida que el tipo de descuento aumenta. Usted debería aceptar tales proyectos si su TIR fuese *menor* que el coste de oportunidad del capital.
2. *Múltiples tasas de rentabilidad.* Si se produce más de un cambio de signo en los flujos de tesorería, el proyecto puede tener varias TIR, o no tener ninguna.
3. *Proyectos mutuamente excluyentes.* A diferencia de los VAN, las tasas de rentabilidad no son aditivas. Si se añade un proyecto malo a uno bueno, el proyecto combinado puede tener una TIR mayor que el proyecto bueno por sí solo. Se debe tener la seguridad de que se analiza la TIR de cada unidad adicional de inversión. Además, el criterio TIR puede conducir a una ordenación equivocada de proyectos mutuamente excluyentes que difieren en su vida económica o en el tamaño de la inversión requerida.
4. *Los tipos de interés a corto plazo pueden ser distintos de los tipos de interés a largo.* El criterio TIR requiere que se compare la TIR del proyecto con el coste de oportunidad del capital. Pero a veces hay un coste de oportunidad del capital para flujos de tesorería a 1 año, un coste de capital diferente para flujos de tesorería a 2 años, y así sucesivamente. En estos casos no hay una norma sencilla para evaluar la TIR de un proyecto.

La cuarta regla utiliza el índice de rentabilidad o ratio beneficio-coste. Este dice que las empresas deben aceptar los proyectos sólo si el ratio de los flujos futuros de tesorería descontados sobre la inversión inicial fuese mayor que 1. Esta es una manera indirecta de decir que las empresas deben aceptar proyectos con VAN positivos. La única desventaja de utilizar ratios es que no se pueden sumar de la misma manera que los valores actuales. Por tanto, hay que tener cuidado cuando se utiliza esta regla para elegir entre dos proyectos.

Este es un buen momento para hacer hincapié en realidades políticas. Algunas personas creen que la tierra es plana. Puede ser más fácil persuadir a estas personas a aceptar la idea de que la tierra puede ser ligeramente curvada en las esquinas que convencerles de que es completamente redonda. Por tanto, puede decidir usted que cuando llegue a ser presidente o tesorero utilizará el valor actual neto. Pero si el actual director muestra una adhesión inquebrantable al plazo de recuperación, todavía puede confiar en obtener una mejora sustancial convenciéndole para utilizar distintos períodos máximos en proyectos con diferente vida y para cambiar al plazo de recuperación descontado.

Si estamos gastando dinero en hacer previsiones, a continuación utilicémoslas adecuadamente. Los criterios *ad hoc* no deberían desempeñar, por tanto, ningún papel en nuestras decisiones empresariales, y debería utilizarse el criterio del valor actual neto con preferencias sobre otras técnicas que utilizan flujos de tesorería descontados.

CAPITULO 6

Adopción de decisiones de inversión con el criterio del valor actual neto

Esperamos que ahora esté usted convencido de que las decisiones de inversión correctas están basadas en el criterio del valor actual neto. En este capítulo podremos comprender cómo aplicar el criterio a problemas prácticos de inversión. La tarea es triple. La primera cuestión está en decidir qué debería descontarse. La respuesta se conoce, en principio: descontar los flujos de tesorería. Pero las previsiones de flujos de tesorería a utilizar no vienen servidas en bandeja de plata. Habitualmente el directivo financiero ha de elaborarlas sobre la base de datos primarios proporcionados por especialistas en diseño de productos, producción, comercialización y demás; tiene que contrastar tal información en cuanto a su relevancia, amplitud, consistencia y exactitud, y después poner todo ello de forma conjunta en una previsión utilizable.

La segunda tarea consiste en explicar cómo el criterio del valor actual neto podría usarse cuando hay interacciones de proyectos. Esto se produce cuando la decisión sobre un proyecto no puede separarse de la decisión sobre otro. Las interacciones de proyectos pueden ser extremadamente complejas. No trataremos de analizar todos los casos posibles, sino que trabajaremos sobre muchos casos sencillos, así como sobre algunos ejemplos de complejidad media.

La tercera tarea consiste en desarrollar procedimientos para afrontar situaciones de racionamiento de capital u otras en las que haya recursos estrictamente limitados. Hay dos aspectos en este problema. Uno es de cálculo. Las restricciones de recursos crean a menudo problemas de tal complejidad que una búsqueda por tanteo de la respuesta correcta no puede abarcar el vasto número de alternativas. La programación lineal puede resolver este problema y ayuda al directivo financiero a afrontar varias interacciones de proyectos al mismo tiempo. La otra parte del problema es decidir si realmente existe el racionamiento de capital y si invalida al valor actual neto como criterio para el presupuesto de capital. La discusión de estos temas nos devolverá a los principios iniciales enunciados en el Capítulo 2.

6.1 QUE ACTUALIZAR

Hasta este momento el punto principal ha sido el concerniente a la mecánica del descuento y a los varios métodos de valoración de proyectos. Apenas se ha dicho nada sobre el problema de qué debería descontarse. Cuando se afronta este problema, deben tenerse en cuenta tres principios generales:

1. Solamente el flujo de tesorería es relevante.
2. Estime siempre el flujo de tesorería sobre una base incremental.
3. Sea consistente en el tratamiento de la inflación.

A continuación, discutiremos cada uno de estos principios.

Sólo el flujo de tesorería es relevante

El primer punto y el más importante es que el criterio del valor actual se ha establecido en términos de flujos de tesorería. El flujo de tesorería es posiblemente el concepto más sencillo; es justamente la diferencia entre los dólares cobrados y los pagados. Mucha gente, no obstante, confunde flujo de tesorería con beneficios contables.

Los contables *comienzan* con «entradas» y «salidas», pero para obtener el beneficio contable ajustan estos datos de dos formas importantes. Primero, tratan, más bien, de presentar el beneficio *ganado*, aunque la empresa y sus clientes eludan pagar sus deudas. Segundo, clasifican las salidas de caja en dos categorías: gastos corrientes y gastos de capital. Deducen los gastos corrientes al calcular los beneficios, pero *no* deducen los gastos de capital. En su lugar, «amortizan» los gastos de capital a lo largo de un cierto número de años y deducen de los beneficios la carga anual por amortización. Como resultado de estos procedimientos, los beneficios incluyen algunos flujos de tesorería y excluyen otros, y se reducen por las cargas por amortización, que no son flujos de tesorería de ningún modo.

No es siempre fácil trasladar los datos contables habituales a dólares actuales —unidades monetarias con las que se puede comprar cerveza—. Si tiene alguna duda sobre qué es un flujo de tesorería, simplemente cuente los dólares que entran y reste los dólares que salen. No suponga sin más que puede conseguir flujos de tesorería por simple manipulación de los datos contables.

Deberían estimarse los flujos de tesorerías siempre después de los impuestos. Algunas empresas no deducen los pagos por impuestos. Tratan de subsanar este error descontando los flujos de tesorería antes de los impuestos a una tasa mayor que el coste de oportunidad del capital. Desgraciadamente, no hay una fórmula fiable para practicar tales ajustes sobre la tasa de descuento.

Se debería estar seguro de que los flujos de tesorería se computan *únicamente* cuando se producen y no cuando el trabajo se lleva a cabo o se incurre en un compromiso. Por ejemplo, los impuestos deberían descontarse en la fecha de su pago, no en el momento en que ese compromiso fiscal se anota en los libros de la empresa.

Estimación de flujos de tesorería sobre una base incremental

El valor de un proyecto depende de *todos* los flujos de tesorería adicionales que se derivan de la aceptación del proyecto. Hay algunas cuestiones a examinar cuando se está decidiendo qué flujos de tesorería deberían incluirse.

No confunda rendimientos medios e incrementales Claro está, la mayor parte de los directivos vacilan en incurrir en pérdidas adicionales como un intento desesperado de resarcirse de pérdidas previas. Por ejemplo, son muy reacios a invertir más dinero en una división con pérdidas. Pero, ocasionalmente, encontrarán oportunidades «rechazadas» en las que el VAN *incremental* de una inversión con pérdidas es fuertemente positivo.

De forma opuesta, no siempre tiene sentido dirigir nuevo dinero hacia algo que ha sido bueno. Una división con un resultado de rentabilidad en el pasado puede tener

agotadas las oportunidades buenas. Usted no pagaría una gran suma por un caballo de 20 años, sentimientos aparte, sin considerar cuántas carreras ha ganado o cuántos campeones ha engendrado.

Pongamos otro ejemplo que ilustre la diferencia entre rendimientos medios e incrementales. Supóngase que hay una necesidad urgente de reparar un puente del ferrocarril. Con el puente, el ferrocarril puede continuar operando; sin el puente es imposible. En este caso, el resultado del trabajo de reparación está formado por todos los beneficios derivados del funcionamiento del ferrocarril. El VAN incremental de la inversión puede ser enorme. Por supuesto, estos beneficios deberían ser netos de todos los demás costes y de todas las reparaciones posteriores; de otra forma la compañía puede equivocarse al reconstruir pieza a pieza un ferrocarril no rentable.

Incluya todos los efectos derivados Es importante incluir todos los efectos derivados del resto de los negocios. Por ejemplo, un tramo de ferrocarril puede tener un VAN negativo considerado aisladamente, pero ser una valiosa inversión cuando se tiene en cuenta el tráfico adicional que proporciona a la línea principal.

No olvide las necesidades del fondo de maniobra El fondo de maniobra es la diferencia entre el activo a corto plazo y el pasivo a corto plazo de una empresa. Los principales activos a corto plazo son tesorería, cuentas a cobrar (clientes que todavía no han pagado sus compras) y existencias de materias primas y productos acabados. Los principales pasivos a corto plazo son cuentas a pagar (cuentas que usted todavía no ha pagado). La mayoría de los proyectos llevan consigo, una inversión adicional en fondo de maniobra. Esta inversión, por tanto, debería tenerse en cuenta en las previsiones de los flujos de tesorería. De la misma forma, cuando el proyecto llega a su fin, habitualmente se puede recuperar una parte de la inversión. Esto se contempla como una entrada de tesorería.

Olvide los costes irre recuperables Los costes no recuperables son como leche derramada: son desembolsos pasados e irreversibles. Ya que los costes no recuperables son pasado, no pueden ser afectados por la decisión de aceptar o rechazar el proyecto; en consecuencia, deberían ignorarse.

Este hecho a menudo se olvida. Por ejemplo, en 1971 Lockheed solicitó un aval federal para conseguir un préstamo bancario destinado a continuar el desarrollo del avión TriStar. Lockheed y sus partidarios argumentaban que sería ridículo abandonar un proyecto en el que se había gastado ya cerca de mil millones de dólares. Algunos críticos de la Lockheed opinaban que sería igualmente absurdo continuar con un proyecto que no ofrecía perspectivas de una rentabilidad satisfactoria para los mil millones de dólares. Ambos grupos caían en la llamada *falacia de los costes irre recuperables*; los mil millones de dólares eran irre recuperables y, por tanto, irrelevantes¹.

Incluya todos los efectos derivados Es importante incluir todos los efectos derivados decisión de inversión aun cuando no produzca cambios en la tesorería. Por ejemplo, supongamos que una nueva explotación industrial utiliza un terreno que, en otro caso, se hubiese vendido por 100.000\$. Este recurso no es gratuito: tiene un coste de oportunidad, cual es la tesorería que podría generar para la empresa si el proyecto se rechazara y el recurso se vendiera o se utilizara para algún otro uso alternativo.

¹ U. E. Reinhardt proporciona un análisis del valor del TriStar en 1971: «Break-Even Analysis for Lockheed's TriStar: An Application of Financial Theory», *Journal of Finance*, 28: 821-838 (Septiembre, 1973). (Reinhardt no cae en la falacia de los costes irre recuperables.)

Este ejemplo ayuda a prevenirnos contra la valoración de proyectos sobre la base de «antes versus después». La comparación correcta es «con o sin». Un directivo que compara antes versus después podría no asignar ningún valor al terreno porque la empresa lo posee antes y después:

ANTES	REALIZACION DEL PROYECTO	DESPUES	FLUJO DE TESORERIA, ANTES VERSUS DESPUES
La empresa es propietaria del terreno	→	La empresa sigue siendo propietaria del terreno	0

La comparación correcta, que es con o sin, será como sigue:

ANTES	REALIZACION DEL PROYECTO	DESPUES	FLUJO DE TESORERIA, CON PROYECTO
La empresa es propietaria del terreno	→	La empresa sigue siendo propietaria del terreno	0
	NO REALIZACION DEL PROYECTO	DESPUES	FLUJO DE TESORERIA, SIN PROYECTO
	→	La empresa vende el terreno por 100.000 \$	100.000 \$

Comparando los dos posibles «después», vemos que la empresa renuncia a 100.000 \$ por realizar el proyecto. Este razonamiento sigue siendo válido si el terreno no fuera vendido, pero tiene un valor de 100.000 \$ para la empresa en algún uso alternativo.

En ocasiones, el coste de oportunidad puede ser muy difícil de estimar²; no obstante, cuando el recurso puede venderse libremente, su coste de oportunidad es simplemente igual al precio de mercado. ¿Por qué? No puede ser de otra forma. Si el valor de un solar para la empresa es menor que el precio de mercado, la empresa lo venderá. Por otra parte, el coste de oportunidad de utilizar un terreno en un proyecto no puede exceder del coste de comprar una parcela equivalente para reemplazarlo.

Cuidado con la asignación de gastos generales Ya hemos puesto de manifiesto que el objetivo de los contables al reunir datos no siempre coincide con el del analista de inversiones. Un ejemplo de esto lo encontramos en la asignación de los gastos generales. En este concepto se incluyen partidas tales como salarios de los supervisores, alquileres, calefacción y electricidad. Estos gastos pueden no estar relacionados con ningún proyecto determinado, pero deben pagarse de alguna forma. Por tanto, cuando los contables asignan costes a los proyectos de la empresa, habitualmente se realiza un cargo por gastos generales. Nuestro principio del flujo incremental de tesorería indica que en el análisis de las inversiones deberíamos incluir únicamente los gastos extras *QUE RESULTAN DEL PROYECTO*.

² Puede ser tan difícil de estimar que a menudo es preferible señalar sólo su existencia más bien que intentar cuantificarla.

El problema del momento óptimo de la inversión bajo incertidumbre es, por supuesto, mucho más complicado. Una oportunidad no aprovechada en $t = 0$ puede ser más o menos atractiva en $t = 1$; difícilmente existe una forma de saberlo con seguridad. Tal vez sea mejor golpear el hierro mientras esté caliente aún a riesgo de quemarse. Por otra parte, si espera un poco puede obtener más información y evitar algún lamentable error¹¹.

Caso 2: Elección entre equipos de larga o corta duración

Supongamos que la empresa se ve obligada a elegir entre dos máquinas, A y B. Las máquinas tienen un diseño distinto, pero tienen idénticas capacidades y hacen exactamente el mismo trabajo. La máquina A cuesta 15.000 \$ y dura 3 años. Su coste de funcionamiento es de 4.000 \$ al año. La máquina B es un modelo «económico» que cuesta únicamente 10.000 \$, pero que dura 2 años y su coste de funcionamiento es de 6.000 \$ al año.

Ya que las dos máquinas producen exactamente el mismo producto, la única forma de elegir entre ellas es sobre la base del coste. Supongamos que se calcula el valor actual del coste:

MAQUINA	COSTES, MILES DE DOLARES				VALOR ACTUAL AL 10 POR CIENTO, MILES DE DOLARES
	C_0	C_1	C_2	C_3	
A	+15	+4	+4	+4	24,95
B	+10	+6	+6		20,41

¿Elegiríamos la máquina B, que tiene un valor actual de sus costes menor? No necesariamente, porque B debería reemplazarse un año antes que A. En otras palabras, en la elección hoy entre A y B existe la posibilidad de una decisión de inversión futura.

Una solución habitualmente sugerida es suponer que cada máquina siempre se sustituye en el último año de su vida por otro equipo idéntico. El flujo de tesorería de esta política es¹²:

	COSTES, MILES DE DOLARES						
	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
Sucesión de máquinas tipo A	+15	+4	+4	+19	+4	+4	+4
Sucesión de máquinas tipo B	+10	+6	+16	+6	+16	+6	+6

En el año 6 el propietario de A tiene inservible la segunda máquina; y el propietario de B, la tercera. En este punto las secuencias se emparejan. Tiene que hacerse una sustitución en el año 6 con independencia de la elección inicial de A o B. Por tanto, podemos comparar el valor actual de los costes de las dos sucesiones:

¹¹ H. Bierman y S. Smith discuten el problema de la tala de árboles en *The Capital Budgeting Decision*, 5.ª ed., Nueva York: The Macmillan Company, 1980, pp. 439-444.

¹² Por ejemplo, en el año 3 el propietario de A paga 4.000 \$ para operar con la máquina vieja y a la vez paga 15.000 \$ para comprar la máquina nueva. La salida neta es 19.000 \$.

**VALOR ACTUAL DE LOS COSTES AL 10 POR CIENTO,
MILES DE DOLARES**

Sucesión de máquinas tipo A	43,69
Sucesión de máquinas tipo B	51,22

Así, invertir en la secuencia de máquinas de tipo A resulta mejor.

Siempre se puede abordar el problema de diferentes duraciones con este método, pero a veces supone una serie larga y tediosa de cálculos. Afortunadamente, hay una forma más sencilla. Observemos las dos siguientes inversiones:

	COSTES, MILES DE DOLARES				VALOR ACTUAL AL 10 POR CIENTO, MILES DE DOLARES
	C_0	C_1	C_2	C_3	
Máquina A	+15	+4	+4	+4	24,95
Anualidad durante 3 años, comenzando en el período 1		+10,03	+10,03	+10,03	24,95

La primera inversión es una máquina A; la segunda es una anualidad que tiene exactamente la misma vida y valor actual que la máquina A. ¿Cómo hemos determinado que el flujo equivalente de tesorería de la anualidad es 10,03? ¡Fue sencillo! Igualamos el VA de la anualidad al valor actual de A y resolvemos para el importe de la anualidad:

$$\begin{aligned} \text{VA de la anualidad} &= \text{VA de las salidas de tesorería de A} = 24,95 = \\ &= \text{importe de la anualidad} \times \text{factor de descuento de una} \\ &\quad \text{anualidad durante tres años} \end{aligned}$$

Por tanto, el importe de la anualidad es igual al valor actual dividido por el factor de descuento de una anualidad, que es 2,487 para 3 años al 10 por ciento de coste de capital¹³.

$$\text{Importante de la anualidad} = \frac{24,95}{2,487} = 10,03$$

Si realizamos un cálculo similar para la máquina B, obtenemos:

	COSTES, MILES DE DOLARES			VALOR ACTUAL AL 10 POR CIENTO, MILES DE DOLARES
	C_0	C_1	C_2	
Máquina B	+10	+6	+6	20,41
Anualidad equivalente durante 2 años		+11,76	+11,76	20,41

¹³ Este factor puede obtenerse de una tabla del valor actual o de la fórmula de la anualidad presentada en la Sección 3.2.

Una sucesión de máquinas de tipo A es equivalente a una sucesión de salidas de tesorería de 10.030 \$ al año. Una sucesión de máquinas de tipo B es equivalente a una sucesión de salidas de tesorería de 11.760 \$ al año. Ya que una corriente de 11.760 \$ al año es mayor que una de 10.030 \$ al año, una sucesión de máquinas de tipo B tiene un valor actual de los costes más elevado que una sucesión de máquinas de tipo A. Suponga, por ejemplo, que usted persiste en reemplazar cada máquina por otra del mismo tipo. El coste de funcionar con la máquina A a *perpetuidad* tendría un valor actual de $10.030/0,1 = 100.300$ \$, y la política de operar con la máquina B a *perpetuidad* tendría un VAN de $11.760/0,1 = 117.600$ \$. En definitiva, gastaría 17.300 \$ menos si compra la máquina más cara.

Nuestra regla de comparación de activos de diferente duración es, por tanto, como sigue. Seleccione la máquina que tiene un coste anual equivalente menor. El coste anual equivalente es simplemente el valor actual neto del coste dividido por el factor de descuento de una anualidad. Si quiere conocer el valor actual neto de una política de reemplazamiento *perpetuo* de una máquina por otra del mismo tipo, divida el coste anual equivalente por la tasa de descuento.

Hay que poner de manifiesto que estas soluciones no son más que de «segundo orden»¹⁴. Si sabemos que reemplazaremos la máquina A por la máquina C, o que el reemplazamiento y los costes operativos se incrementarán, no debemos aceptar las soluciones de «segundo orden» por el simple motivo de su sencillez de cálculo.

Finalmente, recordar la razón por la que las sucesiones son necesarias. La razón es que A y B deben reemplazarse en distintas fechas. La elección entre ellas afecta, por tanto, a las futuras decisiones de inversión. Si las decisiones posteriores no se ven afectadas por la elección inicial —por ejemplo, porque no se reemplazarán las máquinas— entonces *no es necesario tener en cuenta las decisiones futuras*¹⁵.

Caso 3: Decisión sobre reemplazamiento de máquinas en funcionamiento

El caso anterior considera fija la vida de cada máquina. En la práctica el momento de reemplazamiento de un equipo refleja consideraciones económicas más bien que el colapso físico total. Tenemos que decidir cuándo reemplazar. La máquina en raras ocasiones decidirá por nosotros.

He aquí un problema común. Usted trabaja con una máquina vieja que espera que produzca una *entrada neta* de tesorería de 4.000 \$ en el año próximo y de 4.000 \$ en el siguiente. Después, «entregará el alma». Puede reemplazarla ahora por una máquina nueva, que cuesta 15.000 \$ pero es más eficiente y proporcionará una entrada de tesorería de 8.000 \$ al año durante 3 años. Usted quiere saber si debería reemplazar su equipo ahora o esperar un año. Tenga en cuenta que cuanto antes disponga de la nueva máquina, antes deberá ser reemplazada. Así que la elección efectiva se da entre una *serie* de máquinas nuevas a introducir inmediatamente o dentro de 1 año. Podemos calcular el VAN de la máquina nueva y también su flujo equivalente de tesorería, es decir, la anualidad durante 3 años que tiene el mismo valor actual:

¹⁴ Los libros referenciados en «Lecturas Complementarias» al final de este capítulo describen procedimientos más elaborados.

¹⁵ Sin embargo, no hay que reemplazar ninguna máquina, entonces deberíamos considerar el ingreso extra generado por la máquina A en su tercer año, cuando esté operativa y no lo esté B.

suponer que se ha negociado un préstamo hipotecario de CA\$500,000, a una tasa de interés del 10% anual y con un plazo de cinco años incluyendo un periodo de gracia de tres años. La combinación de los flujos de operación y de los flujos financieros del proyecto de bienes raíces se presenta en el Cuadro 4.3

La TIR de los recursos propios se ha calculado en un 29% anual, en base a los flujos del Cuadro 4.3. La diferencia entre la TIR del proyecto (16%) y la TIR de los recursos propios (29%) se explica únicamente por el efecto de palanca causado por la utilización de deuda en el financiamiento del proyecto de bienes raíces. Es interesante observar que el flujo neto combinado es considerablemente más variable e incierto que el flujo mismo del proyecto, por lo que con frecuencia tendremos situaciones donde ocurren flujos netos negativos, intercalados entre flujos positivos, imposibilitándose entonces la determinación de la TIR. En estas situaciones deberíamos obtener el valor actual neto de los recursos propios.

Capítulo V

El costo del capital, el rendimiento requerido y los proyectos de inversión

- 5.1 Las Fuentes de Financiamiento de Largo Plazo
- 5.2 El Costo del Capital de la Empresa

El Costo de la Deuda. El Costo de las Acciones Preferenciales. El Costo del Capital de Participación. La Ponderación de los Costos. Ejemplificación.

- 5.3 Limitaciones del Costo Ponderado de Capital
- 5.4 El Modelo de Precios Activos de Capital (MPAC) y el Costo del Capital

El Modelo. El MPAC y el Costo del Capital. Ejemplificación. El MPAC y los Diferenciales de Riesgo.

En los capítulos anteriores hemos considerado las decisiones de inversión sin profundizar sobre las decisiones de financiamiento. Nos hemos referido con frecuencia, sin embargo, a que las inversiones requieren de una tasa de rendimiento mínima aceptable para la empresa. En este capítulo nos proponemos estudiar la problemática en torno a la tasa de rendimiento requerida en las decisiones de inversión.