

Tasa interna de retorno modificada

Tapia, Gustavo N.

INTRODUCCIÓN

La tasa interna de retorno modificada (TIRM) fue diseñada con la finalidad de superar las deficiencias de la TIR. La TIRM considera en forma explícita la posibilidad de reinvertir los flujos incrementales de fondos del proyecto a una tasa diferente a la tasa TIR —que supone la reinversión de esos flujos incrementales a la tasa interna de retorno original-, durante la vida económica pendiente que le resta a la inversión. En muchos casos se emplea como tasa de reinversión a la tasa de costo de capital de la empresa interpretando que ésta representa el mínimo rendimiento de inversión. La TIRM es una medida de rentabilidad periódica expresada en porcentaje.

Por tal motivo, la TIRM es conocida también como tasa de retorno o de recuperación externa.

Su metodología de cálculo permite además superar el problema de las tasas múltiples que hemos señalado en el capítulo primero. Así es que la TIRM corrige dos deficiencias que contiene la TIR:

Los problemas asociados con los proyectos no convencionales.

La mayoría de los conflictos asociados con el ordenamiento o jerarquización de proyectos competitivos. y representa un indicador de avanzada cuando los proyectos tienen flujos de fondos diversos negativos.

Entonces el criterio de la TIR modificada no presenta el problema de múltiples tasas o el problema de ninguna solución, siempre existe una TIRM. Calculada la misma será comparada con la tasa de corte —costo de capital por ejemplo-, a efectos de aceptar o rechazar la inversión desde el punto de vista de rentabilidad comercial.

La TIRM será de este modo aquella tasa de descuento a la cual el desembolso inicial incremental de un proyecto, es igual al valor presente de un valor terminal que se obtiene como la suma de los valores futuros de los flujos de fondos calculando su valor compuesto por la tasa de reinversión empleada a este fin.

Se ajusta el perfil de fondos del proyecto tomando en cuenta dos elementos:

Punto de referencia en el horizonte de planeación: último año de vida del proyecto.

Si utilizamos la tasa de costo de capital, para encontrar el valor compuesto de los flujos incrementales de fondos, es decir, el valor terminal tendremos la siguiente expresión:

$$VT = \Delta FF_1 * (1+K)^{n-1} + \Delta FF_2 * (1+K)^{n-2} + \dots + \Delta FF_n * (1+K)^{n-n}$$

Posteriormente, el valor terminal debe descontarse a una tasa que iguale el valor presente de dichos flujos futuros con el desembolso inicial incremental. La tasa hallada es la tasa interna de retorno modificada: TIRM.

Ejemplo

Suponga que la empresa ZZZ desea evaluar la factibilidad de lanzar una nueva línea de producto a partir del año x1 para lo cual debería invertir en x0 \$15.000. Considerando que el proyecto tiene una vida económica de 4 años con un flujo de fondos neto para los años x1 a x4, de \$7.500; \$7.000; \$6.500; \$4.000, respectivamente y que la tasa de reinversión de fondos es equivalente a la tasa de costo de capital que se estima en un 10% efectivo anual, se solicita conocer la TIRM y opinar sobre su viabilidad.

Tasa de reinversión = 10%				
x0	x1	x2	x3	x4
-15.000	7.500	7.000	6.500	4.000
	→ 9.982,5			
	→ 8.470,0			
	→ 7.150,0			
	→ 4.000,0			
				29.602,5

$$\text{TIRM} = \sqrt[4]{\frac{\$ 29.602,50}{\$ 15.000,00}} - 1$$

TIRM = 18.52%

También puede considerarse en forma explícita la posibilidad de reinvertir los flujos incrementales de fondos generados por un proyecto, a una tasa diferente al costo de capital promedio ponderado.

Si el evaluador de proyectos puede predecir las tasas de reinversión a lo largo de la vida del proyecto, éstas pueden considerarse para efectos del cálculo del valor terminal.

$$VT = \Delta FF_1 * (1+r_1)^{n-1} + \Delta FF_2 * (1+r_2)^{n-2} + \dots + \Delta FF_n * (1+r_n)^{n-n}$$

Es factible calcular también de esta forma el valor terminal neto el cual considera todos los flujos de fondos (incluyendo la inversión inicial) reinvertidos por la o las tasas consideradas hasta el final del horizonte de planeamiento. De esta forma se obtendrá un valor equivalente a los fondos que se tendrán a ese momento, representativos del resultado de la inversión que será positivo si el mismo es una ganancia.

También puede calcularse el valor terminal de los flujos de fondos desde el momento x1 hasta el último considerado, todos ellos reinvertidos por la tasa o tasas consideradas. Este valor que llamamos valor terminal —VT—, que sería representativo del valor de la inversión al final del flujo de fondos, lo descontamos por la tasa de costo de capital o de rendimiento mínimo y le restamos la inversión inicial, hallando de este modo el valor terminal neto a moneda inicial. Este valor también es llamado valor actual neto modificado —VANM—.

$$\text{VTND} = \frac{VT}{(1 + K)^n} - \Delta DI$$

Supongamos que la empresa YYY evalúa la factibilidad de un proyecto de inversión que requiere de una inversión inicial de \$500.000 y que generará flujos de fondos incrementales de \$200.000 por año, durante cinco años. Para aprobar su viabilidad se exige un rendimiento mínimo del 16% y se espera reinvertir los flujos de fondos durante los primeros dos años a una tasa del 5% anual y el resto al 7% anual.

Año	FF incremental	Factor de reinversión		Valor Terminal
1	200.000	$(1+0,05)^{(5-1)}$	1,21550625	243.101,25
2	200.000	$(1+0,05)^{(5-2)}$	1,157625	231.525,00
3	200.000	$(1+0,07)^{(5-3)}$	1,1449	228.980,00
4	200.000	$(1+0,07)^{(5-4)}$	1,07	214.000,00
5	200.000	$(1+0,07)^{(5-5)}$	1	200.000,00
				1.117.606,25

Descontando el valor terminal hallado por la tasa de corte del 16% tendremos:

$$\$ 1.117.605,25 / (1+0.16) ^ 5 = 532.106,88$$

El valor terminal neto medido en términos actuales será de \$32.106,88

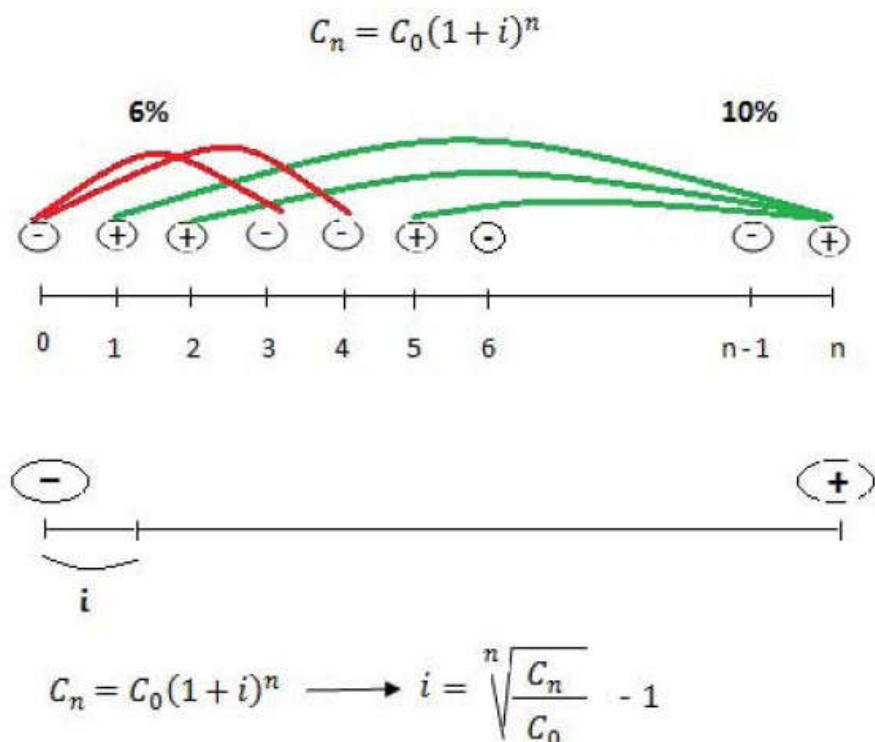
Existen otras modalidades para el cálculo de la TIRM que pueden utilizarse cuando estamos en presencia de un flujo de fondos no convencional. En este caso, es posible llevar los flujos de fondos positivos hasta el final del período del proyecto a la tasa de reinversión correspondiente y los flujos de fondos del proyecto que son negativos se actualizan al inicio de la vida económica por la tasa de financiamiento que puede o no coincidir también con la tasa de costo de capital promedio ponderado de la empresa o del proyecto en particular. A este último valor se le adiciona el valor de la inversión inicial.

Posteriormente se relaciona el valor terminal de los flujos de fondos positivos sobre el valor actual de los flujos de fondos negativos restado la unidad, con lo que el resultado representa la tasa de rentabilidad efectiva de toda la vida económica del proyecto. A partir de esta tasa se recalcula la tasa del período (generalmente anual), que es la tasa de rendimiento anual también modificada —TIRM- que se comparará con la tasa de corte, de rendimiento mínimo del caso.

Cálculo de la TIR corregida o TIR modificada en excel		Flujo de fondo		Flujos positivos	Flujos negativos
		Año	Fondos		
Suponiendo un proyecto de inversión con los siguientes datos					
Inversión inicial	100.000	0	-100.000		100.000
Duración en años	10	1	18.000	49.915	
Tasa de financiamiento (efectiva anual)	10%	2	18.000	44.567	
Tasa de reinversión (efectiva anual)	12,00%	3	18.000	39.792	
		4	18.000	35.529	
		5	18.000	31.722	
		6	18.000	28.323	
		7	18.000	25.289	
		8	18.000	22.579	
		9	18.000	20.160	
		10	18.000	18.000	
TIRC o TIRM	12,19%				
Composición del cálculo					
Se llevan todos los flujos positivos al momento n=10 a la tasa de reinversión de fondos					
	315.877	VF			
Se llevan al momento 0 los flujos negativos a la tasa de financiamiento					
	100.000	VA			
Se despeja la TIRM de la ecuación: $VF / (1+TIRM)^n = VA$					
Es decir: $TIRM = (VF / VA) ^ (1 / n) - 1$					
	12,19%				

En estos casos, para construir la TIRM se parte de la operación financiera de inversión, que tendrá tanto flujos de caja positivos como negativos. Los flujos negativos se descuentan hasta el origen ($t=0$), a cierta tasa, y los positivos se capitalizan hasta el valor final ($t=n$), a otro tipo de interés. Los flujos negativos se identifican con gastos del proyecto, que se han de financiar a cierta tasa (tasa de financiamiento), y los flujos positivos se identifican con ingresos, que son susceptibles de ser invertidos en otros proyectos de inversión, obteniéndose por ello una rentabilidad a cierto tipo de interés (tasa de reinversión).

Al realizar estos movimientos de capital nos encontramos con una operación simple, donde únicamente tenemos un capital componente de la prestación (en $t=0$) y un único capital componente de la contraprestación (en $t=n$). Para calcular la TIR (1)F de esta operación se aplica la capitalización compuesta, y despejando el tipo de interés i .



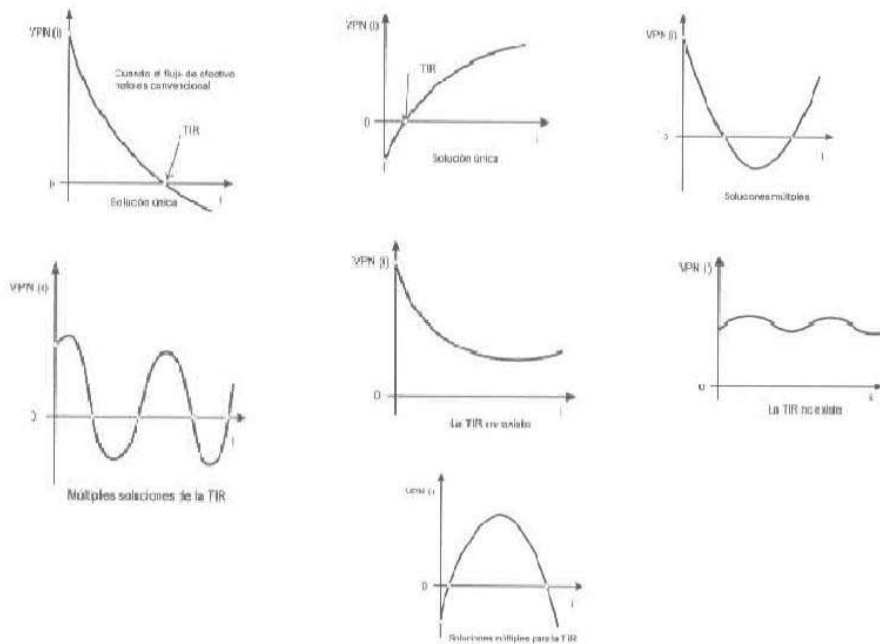
Lo complejo es determinar en un caso real cuál es la tasa de financiamiento y cuál la tasa de reinversión. Al respecto existen diversas teorías:

1. Si el proyecto se financia con recursos ajenos se puede utilizar como tasa de financiamiento la correspondiente al costo aplicado por la entidad financiera que nos está financiando, (estimando sus cambios durante la vida económica de la inversión proyectada). La tasa de reinversión se correspondería con la rentabilidad obtenida al invertir los flujos de caja positivos, en proyectos alternativos cuya rentabilidad es bien conocida.

2. En ocasiones no están tan claras las tasas de financiamiento y reinversión ya que no se acude al mercado financiero, sino que nos financiamos con recursos propios y reinvertimos en proyectos internos. En este caso podrá emplearse la tasa de descuento que proviene del costo medio ponderado de las deudas y considerar la reinversión al tipo medio de rentabilidad que se obtengan con los proyectos en marcha de la empresa.

3. Otra teoría indica que deberíamos considerar de aplicar las tasas de financiamiento y reinversión que aplique nuestra competencia o las correspondientes al sector de la actividad.

HHEs relevante, entonces comprender que la TIRM no es únicamente como la respuesta a la solución de un caso raro de TIR múltiple. Más al contrario, la TIRM es aconsejable aplicarla en general y en sustitución del concepto de TIR o al menos replanteando los supuestos que están en juego en cada caso.



Inconvenientes con la TIR y casos especiales de estudio

2. DIFERENTES ESTUDIOS SOBRE LA TIRM Y UN POCO DE HISTORIA

En este punto se va a exponer un meticuloso y completo trabajo compilado y analizado por el prestigioso Dr. Ricardo Fornero (2)F, el cual ha recorrido y explorado las particularidades sobre cuestiones atinentes a la tasa de reinversión de los flujos de fondos y sobre el cálculo de la tasa interna de retorno modificada, que se sintetiza a continuación.

El uso de la medida del valor incremental (valor actual neto, VAN) y de la tasa interna de rentabilidad (TIR) para la evaluación de proyectos de inversión ha suscitado una controversia técnica acerca del denominado supuesto implícito de reinversión. Tal supuesto se refiere a la reinversión de los fondos generados en cada período, y la controversia acerca de si esas medidas tienen o no implícita esa reinversión lleva varias décadas.

En ese lapso se han propuesto medidas porcentuales de rentabilidad alternativas a la TIR.

El tema de ese supuesto y del tratamiento de la reinversión de los fondos generados por el proyecto retorna de vez en cuando con argumentos redescubiertos, repetidos, renovados o ampliados. La controversia en torno al supuesto implícito en VAN y TIR ha originado una amplia literatura que no debe verse sólo en términos dicotómicos con respecto a ese aspecto. En muchos casos, la afirmación de que no existe supuesto implícito de reinversión está acompañada por una propuesta de considerar explícitamente el rendimiento de la reinversión.

Las medidas "alternativas" o "modificadas" de la tasa interna de rentabilidad incluyen de algún modo el efecto de la reinversión de los fondos que se generan período a período. Sin embargo, que algunos consideren que tales tasas pueden ser una medida adecuada de la rentabilidad de una inversión no resulta necesariamente de afirmar que la TIR en sí implica una forma específica de reinversión.

Si bien se ha difundido una expresión específica de la tasa interna de rentabilidad modificada (TIRM), se han planteado varias, aunque no tantas como sugieren las denominaciones que se proponen en cada caso. Frente a esa variedad de opiniones y medidas, puede ser útil revisar los argumentos y agrupar esas propuestas, al menos las que existen hasta el presente.

Alcance del supuesto implícito de reinversión en VAN y TIR

a) El planteo inicial y su difusión

Ezra Solomon (1920—2002), en un artículo publicado en 1956, analiza el problema del conflicto de ordenamiento según VAN y TIR de alternativas mutuamente excluyentes, y como resultado enuncia lo que se conoce como el supuesto implícito de reinversión.

Señala que lo que ocurre con los fondos entre el momento en que se producen y el momento final de la inversión "es obviamente una información importante". "Ni el enfoque de la tasa de rentabilidad ni el de valor actual responden explícitamente esta pregunta. Pero lo hacen implícitamente de modos diferentes. Esta es la fuente de los resultados contrapuestos que proporcionan."

Considera que el elemento importante es el valor final acumulado (la "riqueza", wealth), y señala que "en general, el supuesto implícito en el enfoque de la tasa de rentabilidad es que la tasa de reinversión es al menos igual a la tasa que promete el más largo de los dos proyectos".

Los dos criterios se concilian si se explicita la misma tasa de reinversión, como ejemplifica Solomon en una tasa de rentabilidad promedio que es la primera versión de lo que después se denomina TIR modificada.

"La comparación válida no es simplemente entre dos proyectos sino entre dos cursos de acción alternativos. El criterio final es la riqueza total que el inversor puede esperar de cada alternativa en la fecha final del proyecto más largo. Para una comparación adecuada, debe hacerse un supuesto explícito y común de la tasa a la cual pueden reinvertirse los fondos que produce cada proyecto, hasta la fecha final."

Solomon es bastante explícito en su argumento acerca del supuesto implícito en ambas medidas, y a partir de éste se desarrollan nociones acerca de las posibles tasas "externas" de reinversión para computar la rentabilidad de un proyecto de inversión.

El ejemplo que usa Solomon es simple, y plantea la situación de proyectos mutuamente excluyentes con distinta vida económica, cuyo ordenamiento según VAN es diferente al ordenamiento según TIR:

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	VAN 10%	TIR
Proyecto X	-100	120				\$ 9,1	20%
Proyecto Y	-100				174,9	\$ 19,5	15%

Si los \$ 120 del proyecto X se reinvierten a 12% anual hasta el fin del año 4, el valor final es \$ 168,5 (menor que el del proyecto Y). El proyecto X tiene una rentabilidad de 20% durante el primer año, y de 12% (tasa a la que pueden reinvertirse los fondos) durante los otros tres. La tasa total es 13,9% (menor que la TIR del proyecto Y).

Las tres medidas (valor actual neto, valor final y tasa de rentabilidad) dan el mismo ordenamiento: el proyecto Y es preferible al proyecto X.

Específicamente, Renshaw señala: "La contribución del artículo de Solomon fue mostrar que el conflicto aparente entre estos dos procedimientos de ordenamiento se debe a los diferentes supuestos implícitos acerca de las tasas de reinversión (el enfoque de valor actual supone la reinversión de los importes intermedios a la tasa de actualización, mientras que el enfoque de la tasa de rentabilidad supone la reinversión a la tasa interna) y sugerir que el conflicto puede eliminarse haciendo un supuesto explícito acerca del rendimiento estimado de la reinversión."

Baldwin plantea que, además de la tasa de rentabilidad "interna" (TIR) se puede calcular una tasa de rentabilidad equivalente (equivalent rate of return, o ERR), la cual reconoce explícitamente las tasas de reinversión y de financiamiento. Puede decirse que, a fines de los años 1950, no sólo comienza el análisis del denominado supuesto implícito de reinversión: también aparece el asunto de la denominación de esa tasa que sería distinta a la TIR.

Lohmann (1988) analiza los componentes dentro del flujo de fondos y muestra lo que ya había explicado Richard Bernhard (1962): la tasa de rentabilidad calculada como la TIR no es la rentabilidad de la "inversión inicial" sino del saldo periódico no recuperado (unrecovered balance).

A partir de eso distingue la rentabilidad de la inversión en sí y el uso de la misma en la decisión. "La TIR como medida de valía (measure of worth) expresa la tasa a la cual el capital que permanece invertido (o prestado) en la oportunidad j crece entre $t=0$ y $t=H$. La TIR como medida de valía no implica nada acerca de la tasa a la que crecería después el importe generado por la decisión en la oportunidad j. Sin embargo, la TIR como criterio de decisión, que comprende tanto la medida de valía como las reglas de decisión, implica que el

capital que permanece invertido en la oportunidad j crecería a la TIR (vía la medida de valía) y que el importe que genera la decisión puede ser invertido para crecer a la tasa marginal de rentabilidad del decididor (vía las reglas de decisión). Esto es, la comparación de la tasa de rentabilidad r con la tasa marginal m implica que el dinero generado por la decisión de la oportunidad j puede invertirse a la tasa m mientras el capital que permanece invertido en la oportunidad j crecería a la tasa r ."

Lohmann destaca que, en varias situaciones de efectiva reinversión, la TIR es igual pero no lo es el efecto total (medido como valor actual o como valor final). Se atiende a las características de cada medición, e implícitamente considera que el conflicto de ordenamiento se salda a favor del valor actual.

Carlson, Lawrence y Wort (1974) también consideran que la reinversión no está implícita en la medida propia de la inversión, pero sí cuando se enfoca el efecto total (en términos de Solomon, la riqueza) como criterio de decisión. Es un razonamiento similar al que plantea De Pablo (1974, 1976).

"La medida razonable de una inversión depende de los objetivos del inversor. Para Fisher el objetivo de inversión es ampliar el consumo y maximizar la utilidad. Entonces, para él la medida apropiada fue la tasa de rentabilidad actualizada ('discount'), una mecánica que no requiere la reinversión de los importes intermedios."

"En el análisis moderno, el objetivo de la inversión se ve como la maximización de la riqueza del inversor en algún punto futuro del tiempo.

Entonces, en la perspectiva de los teóricos modernos un proyecto individual no es considerado en sí mismo, y se requiere el análisis en conjunto con las inversiones a las que el capital puede aplicarse a medida que se recupera de la inversión bajo estudio. La medida de la TIR consistente con estos objetivos es la tasa interna de rentabilidad 'compuesta', la cual requiere la reinversión de los importes intermedios."

Existe una respuesta más drástica al tema de las limitaciones de la TIR como indicador para la decisión de inversión. Se plantea por la posibilidad matemática de varias TIR o ninguna (que es un aspecto técnico de la medida), y porque el supuesto implícito de reinversión afecta su carácter de medida "verdadera" de la rentabilidad. Entonces, se concluye, no debería usarse para ordenar alternativas de inversión.

Este juicio se inicia con un análisis realizado por Jack Hirshleifer (1958), y más detalladamente por Gerald Fleischer (1966) y James Mao (1966), y se mantiene hasta el presente en todos los casos en que se considera que la medida "verdadera" de la inversión es el valor actual neto, y que una TIR es válida sólo cuando es compatible con ése.

Esto es lo que Miroslav Hajdasinski denomina NPV-compatibility, la compatibilidad con VAN de cualquier otra medida de la inversión: "Un criterio de evaluación de proyectos de inversión es completamente compatible con VAN si indica, en cada instancia de la evaluación del proyecto, el mismo estado de rentabilidad que indica VAN".

Para completar el asunto se suele realizar una lista de defectos de la TIR:

1. pueden existir varias tasas al realizar el cálculo (varios puntos de $VAN=0$, lo que se conoce como TIR múltiples);
2. puede que no exista una tasa con valor real (lo que ubica la solución del polinomio en el dominio de los números complejos);
3. el ordenamiento de proyectos según la TIR puede no ser equivalente al ordenamiento según el VAN;
4. la TIR puede ser un criterio ambiguo, ya que no distingue entre la tasa resultante del flujo de fondos de un proyecto y de un préstamo;
5. puede que no exista compatibilidad con el VAN (es un caso especial del aspecto 4 anterior);
6. la TIR no puede usarse como criterio de decisión si el costo de capital varía a lo largo del tiempo.

La sentencia negativa en el "juicio a la TIR" está presente en muchos de los libros de estudio de administración financiera, donde se argumenta sobre la mejor calidad del VAN, por su consistencia con el objetivo financiero de la empresa. Esto suele venir acompañado con alguna mención de que el uso bastante difundido de la TIR como criterio de decisión en la práctica se origina en razones que están más allá de la teoría de la inversión.

Como en todos estos aspectos de las medidas de una inversión, también está la perspectiva inversa. La TIR se salvaría no por ser una medida conceptualmente coherente de una inversión, sino porque es una heurística de decisión útil: cuando la tasa de rentabilidad de un proyecto es mayor que la tasa de rendimiento requerido subvalúa los importes más alejados (en comparación con el efecto que esos importes tienen en el valor actual neto), y con eso corrige posibles errores y sesgos en la estimación de los importes de períodos más remotos.

Hay reinversión implícita y se define otra medida porcentual de rentabilidad. Se considera que una medida correcta de una inversión es la del efecto que tiene en la "riqueza"

(lo que ocurre en el futuro según los "cursos de acción alternativos" a que se refería Ezra Solomon en 1956). Entonces, tanto la medida de valor actual como la de la tasa de rentabilidad deben considerar explícitamente el efecto de la reinversión de los importes periódicos.

La formulación de una medida alternativa de rentabilidad generalmente se basa en el argumento de que la TIR no es una buena medida para la decisión debido al supuesto implícito de reinversión. Sin embargo, también hay casos en que se afirma que la TIR, en sí misma, es una buena medida de la inversión, pero que hace falta otra medida para mostrar los aspectos que pueden ser relevantes. Sería, entonces, la forma de introducir en una medida el criterio de decisión al que se refieren quienes argumentan la validez de la TIR y su complementación con otro criterio.

En el punto 3 se describen las medidas porcentuales de rentabilidad que se han planteado (como tasas de rentabilidad modificadas). La redefinición se ha concentrado principalmente en la tasa de rentabilidad, ya que no se cuestiona tanto la adecuación conceptual del supuesto de reinversión en el VAN (inversiones o consumo que tienen una tasa que equivale a la de rendimiento requerido usada para el cálculo).

Sin embargo, ya en el ejemplo de Ezra Solomon (1956) que inicia este tema, la tasa de rentabilidad estimada de la reinversión es distinta a la de costo de capital. Esto implica que también existiría una medida diferente del VAN.

Robert Beaves (1993) plantea un VAN generalizado, como el valor actual de un valor final que se calcula con las tasas de rentabilidad de las reinversiones, del que se detrae el valor actual de la inversión de base. Este es básicamente el criterio que aplica Solomon en su ejemplo simplificado. Por similar razón, y sin considerar una expresión generalizada de VAN, Herbert Kierulff (2008) argumenta que sólo una tasa de rentabilidad modificada es una medida correcta de una inversión.

Medidas de rentabilidad alternativas a TIR

Las variantes de TIR modificada

La primera versión "moderna" 20 de una tasa de rentabilidad modificada fue ERR (equivalent rate of return, tasa equivalente de rentabilidad), planteada por Robert Baldwin (1959), con lo que puso otro nombre a la tasa que calculó Ezra Solomon (1956) y a la que consideró de "rentabilidad total" (over-all rate).

La tasa de rentabilidad estimada de la reinversión no necesariamente es la tasa de financiamiento, o costo de capital explícito. Entonces, la tasa de rentabilidad modificada resultaría de tres tasas: la rentabilidad "interna" del proyecto, la de costo de capital (o "de financiamiento") y la tasa de rentabilidad de la reinversión de los fondos que genera el proyecto.

Muchos años después, en 1989, Michael Crean se refiere también a una ERR, por external rate of return (tasa externa de rentabilidad, en español TER), que es lo mismo que la otra ERR, pero que se presenta como la TIR de la cartera resultante de las reinversiones (a la que denomina portfolio IRR). En el mismo movimiento señala que la TIR en sí no implica reinversión, sino que ésta se refleja en la ERR. La ERR (o TER) es una media geométrica ponderada de las TIR de cada componente.

En el cuadro siguiente se presenta la secuencia resumida de las denominaciones de las tasas que se comentan en este apartado y uno siguiente. En las versiones iniciales de la tasa total (o equivalente, ERR) de una inversión no se explica cómo considerar los importes negativos intermedios que pueden existir.

Steven Lin (1976) plantea lo que denomina TIR modificada (TIRM, modified internal rate of return, MIRR) de un flujo de fondos con reinversión y posibles importes negativos intermedios. El modo de tratar

estos últimos produce dos versiones de MIRR.

Una versión de TIRM se calcula considerando la inversión total como el valor actual de todos los importes negativos, y el valor final como el valor futuro de todos los importes positivos. Este se considera la "riqueza" generada por la inversión total (la propuesta de inversión y sus complementos por reinversión de los importes que se generan). La MIRR (o TIRM) es la tasa compuesta de ese flujo con un importe inicial y uno final.

<i>Origen</i>	<i>Denominación</i>	
	<i>en inglés</i>	<i>equivale en español</i>
Boulding, en 1935, introduce la denominación de la tasa cuyo uso se generaliza.	Internal rate of return IRR	Tasa interna de rentabilidad TIR
Solomon, en 1956, plantea el efecto de la rentabilidad de la reinversión en la TIR.	Over-all rate	Tasa total
Baldwin, en 1959, explicita la forma de calcular la tasa de Solomon.	Equivalent rate of return ERR	Tasa equivalente de rentabilidad TER
Lin, en 1976, generaliza la tasa de Solomon (la ERR de Baldwin) para los proyectos de inversión que tienen importes negativos intermedios, e introduce la expresión tasa modificada.	Modified internal rate of return MIRR	Tasa interna de rentabilidad modificada TIRM
La MIRR (TIRM) de Lin es similar a ERR (TER) de Baldwin, y después se denomina también tasa total.	Overall rate of return ORR	Tasa total de rentabilidad TTR
Crean, en 1989, presenta la MIRR (TIRM) como la tasa de la cartera formada por el proyecto que se considera y sus reinversiones; la denomina externa.	External rate of return ERR	Tasa externa de rentabilidad TER
<i>Tasas de rentabilidad para la comparación de proyectos con diferente tamaño de inversión</i>		
Athanasopoulos, en 1978, introduce una tasa modificada (MIRR o TIRM) corregida por tamaño.	Effective rate of return ERR	Tasa efectiva de rentabilidad TER
Vélez Pareja, en 1979, plantea una tasa modificada como promedio de la tasa de cada proyecto y de los fondos que no se invierten en él. El resultado es similar a la tasa efectiva de rentabilidad (ERR de Athanasopoulos).	Weighted internal rate of return IRR_w (después WIRR)	Tasa interna de rentabilidad ponderada TIRP
Shull, en 1992, presenta una tasa modificada ajustada, que es similar a la tasa efectiva de rentabilidad (ERR de Athanasopoulos).	Adjusted modified internal rate of return ADJMIRR o ADJORR	Tasa interna de rentabilidad modificada ajustada
Howe, en 1991, plantea una tasa que reconoce la reinversión y el efecto tamaño, y que es una variante del índice de rentabilidad.	Perpetuity rate of return PRR	Tasa de rentabilidad a perpetuidad
<i>Tasas de rentabilidad generalizadas para reconocer la reinversión y las diferencias de tamaño</i>		
Volkman (1997)	Rate of return on invested assets RRIA	Tasa de rentabilidad sobre la inversión
Magni (2010)	Average internal rate of return AIRR	Tasa interna de rentabilidad promedio TIRP

Rentabilidad porcentual de una inversión: las tasas y las letras

Y en cuadro de abajo se muestra la expresión formal de la TIRM y de la transformación del flujo de fondos.

Se considera un proyecto de inversión A con el perfil de flujo de fondos	$\{F_t^A\} \quad t=0,1,2,\dots,n$ y al menos $F_0 < 0$
La TIR se obtiene de la expresión	$F_0^A = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{F_t^A}{(1 + TIR_A)^t}$
El perfil modificado de A es	$\{I_A, 0, 0, \dots, 0, VF_A\}$
La TIRM (MIRR ó ORR) es	$TIRM_A = \left(\frac{VF_A}{I_A} \right)^{1/n} - 1$
Para la transformación se consideran las tasas (constantes en todos los períodos)	k = tasa de actualización r = tasa de rentabilidad de reinversión
Transformación básica: Se redefinen los importes periódicos	$b_t^A = \begin{cases} F_t^A & \text{si } F_t^A < 0 \\ 0 & \text{si } F_t^A \geq 0 \end{cases} \quad t = 0,1,\dots,n$
La inversión total se calcula	$I_A = - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{b_t^A}{(1+k)^t}$
El valor final es	$VF_A = \sum_{t=0}^{t=n} (F_t^A - b_t^A) (1+r)^{n-t}$

Tasa interna de retorno modificada (TIRM)

La segunda versión resulta de calcular la TIRM como si se "financiaran" los importes negativos intermedios con los positivos inmediatamente anteriores. Los importes negativos netos se actualizan, y así se forma la medida en el momento inicial de la inversión total a considerar. Los importes positivos netos se futurizan hasta el momento final con la tasa que se considera para las reinversiones. La tasa compuesta entre ambos es la MIRR (o TIRM).

En la primera versión se calcula la rentabilidad de la inversión total del proyecto, y en la segunda, la rentabilidad de los fondos netos (externos al proyecto) que se invierten. Ambas se ejemplifican

El proyecto de inversión con el siguiente flujo de fondos tiene una tasa interna de rentabilidad (TIR) de 27%:

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	TIR
Proyecto Z	-150	50	-90	250	120	27,5%

Se considera una tasa de rentabilidad de la reinversión de los fondos que genera el proyecto en cada período de 12%, y una tasa de financiamiento (costo de capital explícito) de 10%.

TIRM Versión 1

Se calcula el valor actual de los importes negativos (con la tasa de financiamiento) y el valor final de los importes positivos (con la tasa de reinversión)

$$150 + VA(90) = 150 + 74,4 = 224,4$$

$$VF(50) + VF(250) + 120 = 70,2 + 280 + 120 = 470,2$$

TIRM se determina la rentabilidad acumulada en los 4 años:

$$470,2 / 224,4 = 2,095$$

$$TIRM_Z = \sqrt[4]{\frac{470,2}{224,4}} - 1 = 20,3\%$$

TIRM Versión 2

Se considera que el importe de \$ 50 en el segundo año financia (parcialmente) la inversión de \$ 90 del tercero. En t=3 queda una inversión neta de \$ 90 - 50 x 1,1 = 35. Con el flujo de fondos resultante se calcula TIRM.

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
Proyecto Z	-150	0	-35	250	120

$$150 + VA(35) = 150 + 28,9 = 178,9$$

$$VF(250) + 120 = 280 + 120 = 400$$

TIRM se determina la rentabilidad acumulada en los 4 años:

$$400 / 178,9 = 2,236$$

$$TIRM_Z = \sqrt[4]{\frac{400}{178,9}} - 1 = 22,3\%$$

Ejemplo de tasa interna de rentabilidad modificada (TIRM)

También se plantean "modificaciones" a la tasa interna de rentabilidad modificada. Para la comparación de alternativas con diferente vida económica, McDaniel, McCarty y Jessell (1988) formulan una rentabilidad marginal sobre el capital invertido (MRIC, marginal return on invested capital), ajustando por el lapso de la inversión de vida más larga. Esta medida es una TIRM ajustada por el período, aunque la TIRM en sí misma permite realizar esa comparación en la mayoría de los casos.

La tasa modificada puede producir inconsistencias de ordenamiento (en comparación con VAN) si la tasa de rendimiento requerido es distinta en cada proyecto de inversión (por diferencias en la compensación por riesgo).

Olivier Rouse (2008) propone una tasa real de rentabilidad (real rate of return, RRR) que resulta de ajustar la TIRM con el rendimiento requerido o costo de capital. El calificativo de "real" surge de una similitud con el cálculo de una tasa real de interés eliminando el efecto de la inflación. Para esta medida de rentabilidad que plantea Rouse se considera que la tasa de costo de capital es algo así como "la tasa de inflación del capital del proyecto". Por tanto, la propuesta no es de una tasa de rentabilidad en sí misma, sino de una tasa de rentabilidad con respecto al rendimiento requerido.

La denominación TIR modificada (MIRR, o TIRM) puede ser un poco confusa. Se acepta que la palabra "interna" (tasa interna de rentabilidad) mide la rentabilidad de la inversión mientras los fondos permanecen usados en el proyecto. La rentabilidad de la reinversión sería "externa" al proyecto, y la tasa interna y la externa forman la tasa de rentabilidad que se expresa como TIRM. Por tanto, en esta tasa no debería incluirse la calificación de "interna".

Lo que algunos proponen como una tasa total de rentabilidad (overall rate of return, ORR) se calcula igual que la TIRM. Atendiendo al significado que tiene la palabra "interna" en la TIR, posiblemente esta denominación sea más adecuada.

También se plantean "modificaciones" a la tasa interna de rentabilidad modificada. Para la comparación de alternativas con diferente vida económica, McDaniel, McCarty y Jessell (1988) formulan una rentabilidad marginal sobre el capital invertido (MIRIC, marginal return on invested capital), ajustando por el lapso de la inversión de vida más larga. Esta medida es una TIRM ajustada por el período, aunque la TIRM en sí misma permite realizar esa comparación en la mayoría de los casos.

La tasa modificada puede producir inconsistencias de ordenamiento (en comparación con VAN) si la tasa de rendimiento requerido es distinta en cada proyecto de inversión (por diferencias en la compensación por riesgo).

Tasas de rentabilidad modificadas para comparar proyectos de diferente tamaño

La tasa de rentabilidad modificada (MIRR, ORR), como medida de rentabilidad de la inversión, se puede considerar compatible con el valor actual neto (VAN) en muchos casos, en el sentido de que produce el mismo ordenamiento de las alternativas.

En el proceso de "modificación" de la tasa de rentabilidad aparece el posible efecto de la magnitud de la inversión en las medidas. Esta es una característica que se manifiesta de modo diferente en VAN y TIR.

La forma habitual de tratar la comparación de dos proyectos con distinta magnitud de inversión, mediante una tasa de rentabilidad, es con el enfoque de la denominada inversión diferencial.

Si la tasa interna de rentabilidad de la diferencia es mayor que la tasa de rendimiento requerido, es preferible el proyecto con mayor valor actual neto. En la versión original de Irving Fisher se considera el flujo de fondos de una inversión hipotética como la diferencia de los importes de las dos que se analizan; la TIR de este flujo de fondos mide la rentabilidad incremental.

Por ejemplo, el proyecto F tiene una inversión de 380 y el proyecto E de 250; ambos son mutuamente excluyentes:

	t=0	t=1	t=2	t=3	VAN 10%	TIR
Proyecto E	-250	110	140	100	\$ 40,8	19,2%
Proyecto F	-380	130	230	180	\$ 48,5	18,8%

El ordenamiento es diferente según se haga con VAN o con TIR. Se puede calcular la tasa de rentabilidad modificada, TIRM, de cada proyecto, considerando que la reinversión de los fondos generados en cada período tiene una rentabilidad igual al costo de capital, 10%, es decir, esas inversiones complementarias de cada proyecto tienen VAN = 0.

La rentabilidad modificada de E es 15,7% y de F es 14,5%. El ordenamiento que se hace con TIRM es similar al de TIR, e inverso al que se realiza con VAN.

El criterio de Fisher, de considerar el proyecto diferencia F — E implica que al invertir los \$ 130 en el proyecto F se tiene para ellos una rentabilidad (TIR) de 12,9%:

	t=0	t=1	t=2	t=3	VAN 10%	TIR
Proyecto Diferencia	-130	20	90	80	\$ 7,7	12,9%

Esa rentabilidad es mayor que la tasa de rendimiento requerido (10%), y entonces conviene realizar el proyecto con mayor inversión (y mayor valor actual neto).

Al plantearse la TIR modificada (MIRR o TIRM) surge el concepto de aplicar este criterio para la tasa de rentabilidad de la inversión incremental.

Richard Bernhard (1989) aplica directamente la noción de inversión diferencial con el criterio de la tasa modificada (MIRR). Esa tasa de rentabilidad modificada con la diferencia del valor final y la diferencia de la

inversión total sería una tasa de Fisher calculada como TIRM.

Con la inversión y el valor final de los proyectos A y B, calculados con el criterio de TIRM la tasa de rentabilidad incremental es:

$$TIRM_{B-A} = \left(\frac{VF_B - VF_A}{I_B - I_A} \right)^{1/n} - 1$$

La fórmula de Bernhard calcula la rentabilidad de la diferencia como una tasa modificada (TIRM). El valor final de los importes de los años 1, 2 y 3 es \$ 570,3 en el proyecto F y de \$ 387,1 en el proyecto E. La diferencia de inversión, \$ 130, produce una diferencia de valor final de \$ 183,2, al cabo de 3 años. La tasa anual equivalente es 12,1% (en vez de 12,9% de la TIR).

Poco después de que Steven Lin expusiera su solución completa de la TIRM, en 1976, Peter J. Athanassopoulos (1978), en una breve nota, calcula lo que denomina tasa de rentabilidad efectiva (effective rate of return, ERR). Esta es una tasa de rentabilidad modificada de los proyectos con menor inversión, en comparación con el proyecto que requiere el mayor importe de inversión.

$$ERR_A = \left(\frac{VF_A + (I_{MAX} - I_A) (1+k)^n}{I_{MAX}} \right)^{1/n} - 1$$

Esta ERR es distinta a las dos ERR comentadas, como tasa de rentabilidad "equivalente" o "externa" (que son similares a TIRM).

El efecto tamaño de los proyectos no se analiza por la diferencia (criterio de Fisher, aplicado también por Bernhard), sino que se calcula directamente una tasa de rentabilidad modificada para los proyectos con menor inversión, considerando también el supuesto para de la rentabilidad de los fondos disponibles que no se usan en cada proyecto.

En el ejemplo anterior, la ERR del proyecto E es 13,8%:

$$ERR_E = \left(\frac{387,1 + 130 (1+0,1)^3}{380} \right)^{1/3} - 1 = 13,8\%$$

La ERR del proyecto con mayor inversión (F) es la TIRM de ese proyecto, 14,5%. De este modo, la tasa de rentabilidad da un ordenamiento de los proyectos igual al que surge del valor actual neto.

David Shull (1992) plantea una tasa de rentabilidad similar a esta ERR, a la que denomina tasa total ajustada (Adjusted ORR, ADJORR) o tasa interna de rentabilidad modificada ajustada (Adjusted MIRR, TIRM ajustada).

$$ADMIRR_A = \left(\frac{VF_A + (I_{MAX} - I_A) (1+k)^n}{I_{MAX}} \right)^{1/n} - 1$$

Su razonamiento es el mismo ya comentado. Se considera que se invierte siempre el importe del proyecto con mayor inversión, sea en una alternativa completa (el proyecto con mayor inversión), o en una de las alternativas propuestas con menor inversión y en una inversión complementaria.

Shull considera que el criterio más adecuado para medir la tasa de rentabilidad modificada (TIRM) es la versión 2 comentada anteriormente. Ignacio Vélez-Pareja (2000) denomina a una medida similar tasa interna

de rentabilidad ponderada (weighted internal rate of return, WIRR, o IRRw), ya que puede verse como un promedio aritmético de la TIRM de la inversión que se considera y de la rentabilidad (que se estima igual a la tasa de actualización) de la diferencia de fondos con respecto al proyecto con mayor inversión. Señala además que planteó esta denominación en un documento de 1979, con una expresión a partir de la tasa interna de rentabilidad de un proyecto considerando reinversión de los importes generados hasta el final (IRRR,A) (la tasa total, ORR o TIRM):

$$IRR_w = \frac{IRR_{R,A} I_A + k (I_{MAX} - I_A)}{I_{MAX}}$$

En el ejemplo anterior, esa IRR del proyecto E es la TIRM, 15,7%. La tasa de rentabilidad ponderada es 13,7%, prácticamente igual que la tasa efectiva de rentabilidad, ERR, de Athanasopoulos y la TIRM ajustada de Shull.

En resumen, tanto la TIRM ajustada por tamaño como la TIRM de la diferencia de tamaño son tasas que resultan de una comparación entre alternativas con diferente inversión, y proporcionan un ordenamiento consistente con el efecto en el valor actual neto.

Keith M. Howe (1991) propone para estos casos una equivalencia a perpetuidad de la rentabilidad de los proyectos, y denomina perpetuity rate of return, PRR, a la tasa resultante de la diferencia. Señala que esto es un compromiso entre VAN y TIR.

Considerando VA como la suma del valor actual de todos los importes posteriores a la inversión inicial I, la tasa de rentabilidad diferencial equivalente a perpetuidad es:

$$PRR_{B-A} = \frac{(VA_B - VA_A)k}{I_B - I_A}$$

Hajdasinski (1993) considera que ésta es una mutación del índice de rentabilidad de la inversión (cociente del valor actual bruto y la inversión), mutación a la que califica de "inferior".

Se han formulado otras variantes de tasas de rentabilidad ajustadas, para definir una medida de rentabilidad que resuelva simultáneamente los problemas que originan las diferencias de tamaño y de vida económica de las alternativas de inversión, y también los aspectos técnicos de la TIR, como la multiplicidad o inexistencia de puntos de valor actual neto igual a cero en la función (existencia de varias TIR, o no existe una TIR), y la distinción entre un flujo de fondos de inversión y un flujo de fondos de financiamiento.

La tasa de rentabilidad sobre la inversión (rate of return on invested assets, RRIA) propuesta por David Volkman (1997) y la tasa interna de rentabilidad promedio (average internal rate of return, AIRR) desarrollada por Carlo A. Magni (2010) realizan transformaciones del flujo de fondos y separaciones de los importes periódicos para formar flujos de fondos de valor actual equivalente.

Esa distinción que realiza Ezra Solomon ha generado argumentos para todos los gustos. Con ella buscaba compatibilizar el significado de la TIR original de Kenneth Boulding (la perspectiva de la empresa entera) con su uso indiscriminado en cada propuesta fragmentaria de inversión (la inversión marginal).

Pese a las fallas matemáticas y económicas que la aquejan, la TIR puede considerarse un éxito de popularidad entre los decididores. Esto difícilmente llegue a ser el caso de las diferentes versiones "mejoradas" de la TIR, algunas de las cuales son bastante complicadas. La tasa interna de rentabilidad es un buen elemento de comunicación porque parece fácilmente comprensible, por más que se diga que bajo esa apariencia simple esconde otras condiciones.

La extensión del uso es una situación fáctica. Desde el punto de vista técnico, es importante tener una comprensión completa de lo que significa la medida de rentabilidad que se calcula.

Los casos en que se tienen indicaciones contradictorias según VAN y TIR para el orden de conveniencia de los proyectos requieren una respuesta.

La noción que explicitara Solomon, de las perspectivas con que puede medirse la rentabilidad de un proyecto de inversión, ha originado una gran cantidad de argumentaciones y medidas.

Y, en los cincuenta años transcurridos, han aparecido muchas presencias fantasmales de las razones de la reinversión, y de la "verdadera rentabilidad" de un proyecto de inversión que se reflejaría en medidas modificadas con respecto a la TIR.

3. CONSIDERACIONES FINALES

Los economistas financieros y los textos de finanzas hace mucho que sostienen que el método de la tasa interna de rentabilidad (TIR) no es tan bueno como el método del valor actual neto (VAN). Los resultados de investigaciones que se han informado durante las décadas pasadas, sin embargo, muestran que los directivos de negocios prefieren la TIR en vez del VAN para evaluar los proyectos de inversión. Muchos directivos piensan que la TIR es más fácil de interpretar y de comunicar que la medida del VAN.

Las fallas del método de la TIR más ampliamente utilizado han generado una literatura referida a métodos con una tasa de rentabilidad "mejorada" y han dado un lugar relevante a la denominada tasa interna de retorno modificada TIRM, que no sólo mantiene las cualidades destacables de la TIR, sino que resuelve los problemas relacionados con proyectos de inversión no normales, y los principales conflictos en el ordenamiento de proyectos alternativos según el VAN y la TIR original.

Además de presentar el tema de los proyectos no normales, también hemos planteado el problema de ¿prestar o pedir prestado? La regla de decisión con la TIR necesita revertirse en algunos proyectos no normales, tal como el de un préstamo. Cuando prestamos o invertimos dinero buscamos la tasa de rentabilidad más alta. En el cuadro 1, el proyecto L tiene un VAN de \$ 364 y una TIR de 50%, y es un buen proyecto.

Cuando pedimos prestado dinero o cuando un proyecto tiene entradas netas de dinero seguidas de una o más salidas, la regla de la TIR se revierte: deberíamos aceptar proyectos cuya TIR sea menor que el costo de oportunidad del capital. El proyecto B tiene una TIR de 50% y un VAN de \$ 364. La regla de la TIR resultaría en una decisión incorrecta de aceptar o rechazar. La TIRM funciona como el VAN: es positiva cuando prestamos y negativa cuando pedimos prestado.

Proyecto	Flujo de fondos		TIR	VAN a 10%	TIRM (k=10%)
	FD	FI			
L	-1.000	1.500	50%	364	50%
B	1.000	-1.500	50%	-364	10.3%

Fuente: Brealey and Myers (1996)

Existiendo dos al menos dos proyectos para comparar y evaluar, además de los casos de proyectos mutuamente excluyentes, es factible considerar el uso de la TIRM, para los casos de diferencias en tamaño de la inversión, en la vida económica de los mismos o cuando la estructura de los flujos de fondos de cada proyecto difiere.

Puede aparecer un problema si la salida inicial de dinero es diferente en proyectos mutuamente excluyentes. En el cuadro de abajo se muestra que los proyectos S y L son buenas inversiones. Se prefiere el proyecto S si utilizamos tanto la TIR como la TIRM, y el proyecto L si utilizamos el método del VAN.

Si sólo se puede seleccionar uno de los proyectos debemos resolver el problema. El método del VAN es mejor que los otros, porque indica el monto en pesos en que cada proyecto cambia la riqueza de los accionistas. Con los ajustes adecuados se pueden utilizar los métodos de la TIR o la TIRM. Se calcula la TIR o la TIRM del flujo de fondos incremental, y se comparan con el costo de capital. Esto se observa en el ejemplo, y por eso deberíamos preferir el proyecto L.

Proyecto	Flujo de fondos			TIR	VAN a 10%	TIRM (k=10%)
	F0	F1	F2			
S	-100		400	100%	231	100%
L	-100.000		158.250	25%	29.132	25%
L-S	-99.800		155.050	24,8%	20.802	24,8%

Fuente: Van Horne and Wachowicz (1995)

La TIR no es confiable para ordenar proyectos que tienen distinta forma temporal, aunque tengan el mismo costo de inversión inicial. En el cuadro siguiente los proyectos D e I tienen la misma inversión inicial, pero el flujo de fondos del proyecto D disminuye a lo largo del tiempo, y el del proyecto I aumenta.

El proyecto D tiene una TIR más alta. El ordenamiento según la TIRM y el VAN en este caso es sensible a la tasa de actualización que se elige. Cuando la tasa de rendimiento requerido es menor que la tasa de la intersección de Fisher el ordenamiento según TIRM y VAN es distinto que según TIR.

Proyecto	Flujo de fondos				TIR	VAN a 8%	TIRM (k=8%)
	F0	F1	F2	F3			
D	-1.200	1.100	300	100	22,78%	254	14,67%
I	-1.200	100	300	1.080	18,33%	254	15,41%

Fuente: Van Horne and Wachowicz (1995)

La TIRM es un método de valoración que tiene en cuenta que la reinversión de los flujos de caja generados por el proyecto deberá ser al menos el costo de capital u otra tasa que deba justificarse. Proporciona una única tasa de rendimiento positiva lo que favorece el análisis de viabilidad económica financiera.

A nuestro criterio, resulta evidente que el método TIRM corrige muchas limitaciones del criterio TIR proporcionando valores más realistas, pero puede no superar a la metodología del Valor Actual Neto —VAN— para la valoración de proyectos como se ha observado en el cálculo de proyectos de diferentes tamaños de inversión indicados en este punto.

Fuentes consultadas

Anderson Gary y Barber Joel R., Project holding-period rate of return and the MIRR, Journal of Business Finance & Accounting, 1994.

Athanasopoulos Peter J., A note on the modified internal rate of return and investment criterion, The Engineering Economist, 1978.

Baldwin Robert, How to assess investment proposals, Harvard Business Review, 1959 Richard H. Bernhard, Discount methods for expenditure evaluation. A clarification of their assumptions, The Journal of Industrial Engineering, 1962.

Beaves Robert G., Net present value and rate of return: Implicit and explicit reinvestment assumptions, The Engineering Economist, 1988.

Beaves Robert G., The case for a generalized net present value formula, The Engineering Economist, 1993.

Bernhard Richard H., Modified rates of return for investment project evaluation. A comparison and critique, The Engineering Economist, 1979.

Bernhard Richard H., Base selection for modified rates of return and its irrelevance for optimal Project choice, The Engineering Economist, 1989.

Brealey, Richard A. and Myers, Stewart C., Principles of Corporate Finance, 5th Ed., McGraw-Hill, New York, 1996.

Brigham, Eugene F., Fundamentals of Financial Management, 6th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1992.

Brigham, Eugene F. and Gapenski, Louis C., Financial Management: Theory and Practice, 8th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1997 COOLEY, Philip L., Business Financial Management, 3rd Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1994.

Chang C Edward, Una nota didáctica acerca de la tasa interna de rentabilidad modificada. Financial

Practice and Education, vol.9, Fall/Winter 1999.

Crean Michael J., Revealing the true meaning of the IRR via profiling the IRR and defining the ERR, Journal of Real Estate Portfolio Management, 2005.

De Pablo Juan Carlos, Tasa de rentabilidad y tasa de reinversión, Administración de Empresas, 1974.

De Pablo Juan Carlos, Indices de rendimiento y tasa presunta de reinversión: Respuesta, Administración de Empresas, 1976.

Doenges R Conrad, The "reinvestment problem" in a practical perspective, Financial Management, 1972.

Dudley Jr. Carlton, A note on reinvestment assumptions in choosing between net present value and internal rate of return, Journal of Finance, 1972.

Fornero Ricardo, Las tasas de rentabilidad modificadas y la controversia en torno al supuesto implícito de reinversión en VAN y TIR. Universidad Nacional de Cuyo (2010 — 2011).

Hajdasinski Mirosław M., Remarks in the context of "The case for the generalized net present value formula", The Engineering Economist, 1995.

Hajdasinski Mirosław M., Adjusting the modified internal rates of return, The Engineering Economist, 1996.

Jeynes Paul H. The significance of investment rate, The Engineering Economist, 1965 Michael Adler, The true rate of return and the reinvestment rate, The Engineering Economist, 1970.

Lin Steven A. Y. , The modified internal rate of return and investment criterion, The Engineering Economist, 1976.

Lohmann Jack R., The IRR, NPV and the fallacy of the reinvestment rate assumptions, The Engineering Economist, 1988.

Shull David M., Efficient capital project selection through a yield-based capital budgeting technique, The Engineering Economist, 1992.

Shull David M., Interpreting rates of return: A modified rate of return approach, Financial Practice and Education, 1993.

Shull David M., Overall rates of return: Investment bases, reinvestment rates and time horizons, The Engineering Economist, 1994.

Solomon Ezra, The arithmetic of capital budgeting decisions, Journal of Business, 1956 Edward Renshaw, A note on the arithmetic of capital budgeting decisions, Journal of Business, 1957.

Van Horne, James C., Financial Management and Policy, 10th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Van Horne, James C. and Wachowicz, John M., Fundamentals of Financial Management, 9th Ed, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Weston, J.Fred, Besley, Scott and Brigham, Eugene F., Essentials of Managerial Finance, 11th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1996.

Weston, J.Fred and Copeland, Thomas E., Managerial Finance, 9th Ed, Dryden Press, Fort Worth, 1992.

(1) Para despejar el tipo de interés se puede aplicar en Excel, la función =TASA// Otro método consiste en aplicar directamente la función de Excel =TIRM (flujos; tasa financiamiento; tasa reinversión)

(2) Fornero Ricardo, especialista financiero y autoridad de SADAF (Sociedad Argentina de Docentes de Administración Financiera), Universidad Nacional de Cuyo. Las tasas de rentabilidad modificadas y la controversia en torno al supuesto implícito de reinversión en VAN y TIR (2010 y 2011). Argentina

© Thomson Reuters