

La tasa real de reinversión de los flujos netos de caja generados en los proyectos de inversión (*)

JOSE ANTONIO DOMINGUEZ MACHUCA
Profesor Agregado Numerario de Economía de la Empresa. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Sevilla

SALVADOR DURBAN OLIVA
Profesor Adjunto de Economía de la Empresa. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Sevilla

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas de evaluación y comparación de proyectos de inversión suelen ser resueltos, la mayor parte de las veces, mediante la utilización de algunos de los siguientes criterios:

- Valor capital (VC).
- Tanto interno de rendimiento (TRI).

Su profusa utilización, podría identificarse por parte de un gran número de empresarios, como un símbolo de la calidad de los resultados obtenidos en su aplicación. Debido a ello, pensamos que es necesario recalcar los problemas que plantea el empleo de los citados criterios en su forma tradicional, así como encontrar una posible vía de solución.

Al analizar la conveniencia de un proyecto de inversión o al clasificar un conjunto de ellos, sería lógico llegar a soluciones únicas, sea cual fuere el criterio empleado. Para el VC y el TRI, esto ocurre siempre que el problema a resolver sea decidir si un determinado proyecto debe ser aceptado o rechazado; sin embargo, como veremos en apartados posteriores, a pesar de esta coincidencia, los resultados obtenidos no son realistas, lo cual puede provocar que la decisión tomada en base a los mismos no sea la adecuada. Cuando la cuestión abordada sea la clasificación de un grupo de proyectos de inversión, nos encontraremos con que el riesgo de tomar decisiones erróneas se agrava por el hecho de que, gran parte de las veces, la jerarquización diferirá con el criterio empleado.

(*) Trabajo presentado en el Congreso 1980 de la Eastern Finance Association (Savannah; U.S.A.).

Resulta evidente que, siendo escasos y costosos los recursos financieros de la empresa, las decisiones que se tomen respecto a su utilización no deben basarse en criterios que proporcionen resultados dudosos. Se deduce, pues, la importancia de modificar los criterios de evaluación de inversiones (VC y TRI) de forma que se solucionen los problemas que hemos enunciado. Lógicamente, para llegar a dicha solución es necesario analizar con anterioridad al origen de sus debilidades que, fundamentalmente, son:

- a) Hipótesis poco realistas en lo que se refiere a la tasa de reinversión de los flujos netos de caja generados por los proyectos de inversión (1). Así, en el criterio del VC se supone implícitamente que aquéllos se reinvierten a una tasa igual a la empleada para la actualización. En el criterio del tanto de rendimiento interno, la tasa de reinversión se supone igual a la rentabilidad obtenida como solución.
- b) Para el criterio del TRI (2), nos encontramos con la posibilidad de llegar a soluciones múltiples o a ninguna con sentido económico.

En los apartados siguientes veremos que los problemas anteriores pueden ser evitados mediante la utilización de la que denominaremos en adelante tasa real de reinversión (TRR).

2. EL PROBLEMA DE LA ACEPTACIÓN O RECHAZO DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN

2.a) *Caso de inversión simple* (3)

Supongamos un proyecto simple de inversión definido por los datos especificados en la figura 1, en la que:

(1) Ver, por ejemplo, SUÁREZ SUÁREZ, A. S., *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*, Ed. Pirámide, 3.^a ed., Madrid, 1980, pág. 62.

(2) Pueden consultarse los trabajos de D. TEICHOROEW, A. A. ROBICHEK y M. MONTALBANO, «Mathematical Analysis of Rates of Return Under Certainty», *Management Science*, enero, 1965, págs. 395 a 403, y «An Analysis of Criteria for Investment and Financing Decisions under Certainty», *Management Science*, noviembre, 1965, págs. 151-159.

(3) Como es sabido, un proyecto de inversión se denomina «simple» cuando todos los flujos netos de caja generados por el mismo son positivos o nulos.

A = Capital invertido en el momento inicial (o coste inicial).

Q_i = Flujo neto de caja del período (año) i .

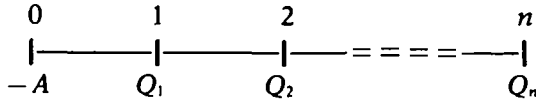


Fig. 1

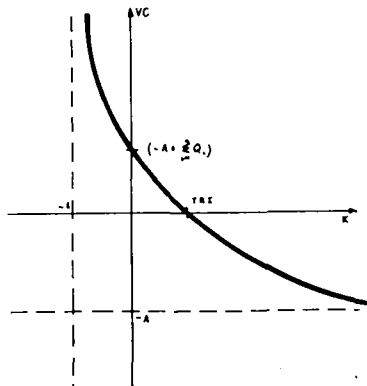
Al tratarse de un proyecto de inversión simple, $Q_i \geq 0$, para todo i . Impongamos la siguiente condición adicional:

$$-A + \sum_{i=1}^n Q_i \geq 0 \quad [1]$$

El valor capital del proyecto, en función de la tasa de actualización, K , viene dado por:

$$VC = -A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+K)^i} \quad [2]$$

se demuestra fácilmente (4) que su evolución en el primer cuadrante responde a una representación gráfica tal como la especificada en la figura 2; es decir, *existe un único valor real positivo de la tasa de actualización, K , que anula al VC del proyecto, o lo que es igual, el tanto de rendimiento interno tiene una única solución*



(4) Ver, por ejemplo, SUÁREZ SUÁREZ, A. S., *ob. cit.*, págs. 71 y 55.

real positiva (5). Comprobamos, pues, que *tanto con un criterio como con el otro, llegamos a una única solución.*

En la figura 2, para tasas de actualización menores que el valor real positivo TRI, se cumple que:

$$\begin{aligned} VC > 0 & \qquad \qquad \qquad [3] \\ TRI > K & \end{aligned}$$

por tanto, ambos criterios aconsejan la aceptación del proyecto evaluado. Por otra parte, para tasas de actualización mayores que el valor TRI, ambos criterios rechazarían el proyecto, por ser:

$$\begin{aligned} VC < 0 & \qquad \qquad \qquad [4] \\ TRI < K & \end{aligned}$$

En conclusión, para proyectos simples de inversión que cumplan la condición [1] (6), la aplicación de los criterios del VC y del TRI dan lugar a una solución única, coincidiendo además en la decisión de aceptación o rechazo de la inversión estudiada.

De lo anterior puede derivarse que, al menos aparentemente, podríamos darnos por satisfechos. Ahora bien, recordemos que para hallar el valor capital se utiliza una tasa de reinversión de los fondos intermedios liberados por la inversión igual a la tasa de actualización empleada, K ; asimismo, en el criterio del tanto interno de rendimiento se supone que esos fondos se reinvierten a una rentabilidad igual al TRI dado por el proyecto en cuestión. Resulta evidente que ninguna de ellas tiene por qué coincidir con la verdadera tasa de reinversión, TRR. Estas hipótesis, implícitas en ambos criterios, pueden llevarnos a tomar una decisión equivocada en cuanto a una posible aceptación o rechazo del proyecto a pesar de que ambos coinciden en esta cuestión. En otras palabras, la coincidencia en la solución proporcionada por el VC y por el TRI en el problema que venimos tratando, *no nos asegura la bondad del resultado obtenido*, tal como mostramos en el siguiente ejemplo.

(5) En caso de existir otra solución negativa del TRI será menor que (-1) , no teniendo sentido económico, ya que no existen tasas de actualización negativas. Indudablemente, tampoco tienen sentido económico las raíces imaginarias del TRI.

(6) En caso de no darse esta condición, los proyectos serán rechazados por los criterios estudiados. Es, por tanto, una condición necesaria, aunque no suficiente.

Supongamos un proyecto de inversión con los siguientes datos:

$$A=2 \text{ u.m.} \quad Q_1=2 \text{ u.m.} \quad Q_2=1 \text{ u.m.} \quad K=26 \%$$

la aplicación de los criterios mencionados daría:

$$VC = -A + \frac{Q_1}{(1+K)} + \frac{Q_2}{(1+K)^2} = -2 + \frac{2}{(1,26)} + \frac{1}{(1,26)^2} = 0,22 \text{ unidades monetarias del momento inicial.}$$

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+TRI)} + \frac{Q_2}{(1+TRI)^2}$$

$$0 = -2 + \frac{2}{(1+TRI)} + \frac{1}{(1+TRI)^2} \rightarrow TRI = 37 \%$$

al ser $VC=0,22 \text{ u.m.} > 0$ y $TRI=37\% > K=26\%$, ambos criterios indican que puede ser conveniente aceptar el proyecto tratado. Sin embargo, como veremos a continuación, esto no es tan evidente.

Las evaluaciones anteriores han supuesto que la reinversión de los fondos intermedios liberados se ha hecha al 26% para el VC y al 37% para el TRI. Es obvio que ambas hipótesis no pueden ser ciertas a la vez, y que la tasa real de reinversión de estos fondos será posiblemente otra cualquiera. Supongamos adicionalmente que la tasa real de reinversión es del 5%, las evaluaciones con los criterios tratados con esta nueva tasa serán (ver figura 3):

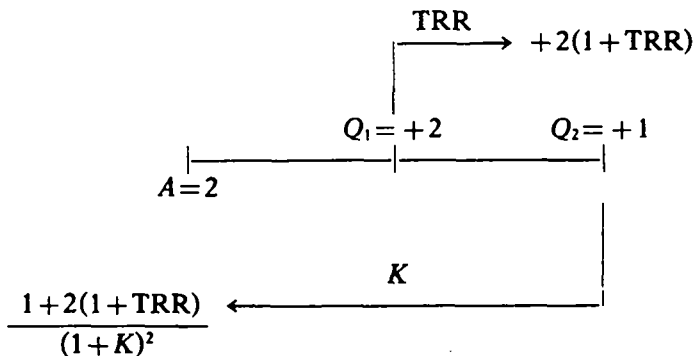


Fig. 3

$$VC' = -A + \frac{Q_1(1+TRR) + Q_2}{(1+K)^2} \quad ; \quad 0 = -A + \frac{Q_1(+TRR) + Q_2}{(1+TRI)^2}$$

de donde, en nuestro caso particular:

$$VC = -2 + \frac{2(1+0,05) + 1}{(1+0,26)^2} = -0,05 \text{ u.m.}$$

$$0 = -2 + \frac{2(1+0,05) + 1}{(1+TRI)^2} \rightarrow TRI = 25\%K$$

Vemos, pues, que al considerar la TRR, es decir, al acercar la modelización un poco más a la realidad empresarial, puede cambiar la decisión. *Resulta, por tanto, absolutamente necesario determinar el valor de la tasa real de reinversión* al objeto de utilizarla en la evaluación de los proyectos de inversión mediante los criterios clásicos.

2.b) Caso de inversión no simple (7)

Como es sabido (8), en este tipo de proyectos, el criterio del TRI puede resultar inconsistente en cuanto a expresar la rentabilidad relativa de los mismos. La inconsistencia del TRI puede venir motivada por cualquiera de las siguientes razones:

- No obtener solución real al calcular el TRI.
- Obtener varias soluciones reales.
- Obtener una única solución real, la cual no es representativa de la rentabilidad buscada.

En consecuencia, se deduce que un problema previo al que vemos tratando (aceptación o rechazo de proyectos de inversión mediante el empleo de los criterios clásicos de evaluación), consistirá en determinar cuándo el criterio del TRI es consistente y cuándo no lo es, es decir, cuándo expresa la rentabilidad relativa y cuándo no la expresa. En este último caso se deberá modificar convenientemente el criterio citado.

(7) Entendemos por proyecto de inversión «no simple» aquel que tiene al menos un flujo neto de caja negativo.

(8) Pueden consultarse a este respecto los trabajos mencionados en la nota (2), de TEICHOROEW-ROBICHEK-MONTALBANO.

Sabemos que una condición necesaria, aunque no suficiente, para la aparición de la inconsistencia reside en la existencia en el proyecto de al menos un flujo neto de caja negativo (9); en otras palabras, la inconsistencia sólo puede presentarse en los proyectos no simples de inversión. El estudio de estos proyectos ha sido realizado por Teichoroew, Robichek y Montalbano (2), mediante una serie de nuevos conceptos de entre los que destaca el de *saldo* del proyecto con la empresa en un momento determinado, es decir, la cantidad de dinero que, hasta ese momento, la empresa ha recibido del proyecto, la cual se capitaliza a la rentabilidad que aquélla le exige: la rentabilidad relativa. En base a este concepto de saldo, todos los proyectos de inversión pueden descomponerse en dos categorías, los puros y los mixtos, siendo estos últimos los que presentan la inconsistencia al tener al menos un saldo positivo. Por lo que respecta a los proyectos simples, son también puros, es decir, todos sus saldos son negativos o nulos, por lo que no presentan inconsistencia en el criterio del tanto interno de rendimiento.

La solución propuesta por los autores citados consiste en calcular lo que ellos llaman *relación funcional entre la rentabilidad relativa* (que no debe confundirse con el TRI de estos proyectos) y *la tasa óptima de actualización*. Como es sabido, esta solución requiere un proceso bastante complicado.

Por otra parte, Merret y Sykes (10) proponen lo que llaman el *tanto interno de rendimiento ampliado*, consistente en descontar los flujos netos de caja negativos utilizando el coste de capital de la empresa (entendido como tasa óptima de actualización) hasta que se compensen con los flujos netos de caja positivos de años anteriores. Esta solución es válida siempre que el flujo neto de caja negativo sea exclusivamente el último del proyecto. En caso de que los flujos negativos sean intermedios, sólo puede capitalizarse de los períodos anteriores de éstos, la parte de flujo neto de caja correspondiente a los saldos positivos (11). Es claro que mediante este método conseguimos determinar un proyecto puro cuyo

(9) SOPER, C. S., «The marginal efficiency of Capital: A further Note», *Economic Journal*, marzo, 1959.

(10) MERRET, A. J., y SYKES, A., *The Finance and Analysis of Capital projects*, Londres, Longmans, 1963.

(11) DURBAN OLIVA, S., *La evaluación de proyectos de inversión. Especial consideración del Impuesto sobre Sociedades*, tesis doctoral en curso de realización, Universidad de Sevilla.

tanto interno de rendimiento es el mismo que la rentabilidad relativa proporcionada por la relación funcional del proyecto mixto original, llegando así a eliminar la inconsistencia del criterio del TRI.

Veamos un ejemplo. Sea el proyecto definido por los datos de la figura 4, el cual puede ser llevado a cabo por una empresa cuyo coste previsto de capital en los próximos periodos asciende al 10 por 100.

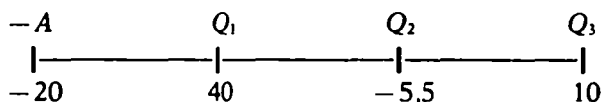


Fig. 4

Es indudable que estamos ante un proyecto mixto de inversión, cuya relación funcional para el coste de capital dado viene expresada por:

$$\begin{aligned} & \{ [-A(1+r) + Q_1] \cdot (1+K) + Q_2 \} \cdot (1+r) + Q_3 = 0 \\ & \{ [-20(1+r) + 40] \cdot (1+K) - 5,5 \} \cdot (1+r) + 10 = 0 \quad [5] \end{aligned}$$

la cual nos proporciona por una parte la rentabilidad relativa del proyecto.

Para

$$K = 10\% \rightarrow \{ [-20(1+r) + 40] \cdot 1,1 - 5,5 \} \cdot (1+r) + 10 = 0 \rightarrow r = 98\%$$

y, por otra parte, determina el signo de los sucesivos saldos y, en consecuencia, sus valores:

$$S_0(r) = -A = -20 < 0$$

$$S_1(r, K) = S_0(r)(1+r) + Q_1 = -A(1+r) + Q_1 = -20(1+r) + 40 = 0,4 > 0$$

$$S_2(r, K) = S_1(r, K)(1+K) + Q_2 = [-20(1+r) + 40] \cdot (1+K) - 5,5 = -5,06 < 0$$

$$S_3(r, K) = S_2(r, K)(1+r) + Q_3 = \{ [-20(1+r) + 40] \cdot (1+K) - 5,5 \} \cdot (1+r) + 10 = 0 \quad [6]$$

Con el conocimiento de los saldos podemos determinar el proyecto puro equivalente, en cuanto a rentabilidad, al mixto original dado por la figura 4. En la figura 5 tenemos representadas las operaciones a realizar, consistentes en la capitalización a la tasa K del saldo positivo $S_1(r, K)$. La figura 6 representa al proyecto puro equivalente, en donde:

$$Q_1' = Q_1 - S_1(r, K) = 40 - 0,4 = 39,6 \text{ u.m.}$$

$$Q_2 = Q_2 + S_1(r, K) \cdot (1 + K) = -5,5 + 0,4(1 + 0,1) = -5,6 \text{ u.m.}$$

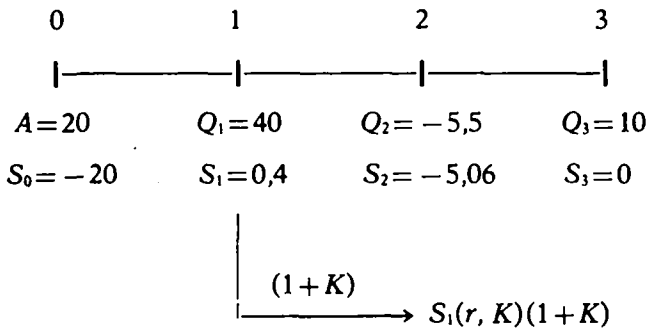


Fig. 5

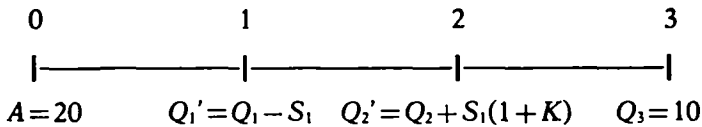


Fig. 6

Puede comprobarse fácilmente que el TRI del proyecto representado en la figura 6 es igual a la rentabilidad relativa proporcionada por la relación funcional [5]. Así, de la citada figura obtenemos:

$$0 = -A + \frac{Q_1 - S_1(r, K)}{(1+r)} + \frac{Q_2 + S_1(r, K)(1+K)}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3}$$

y teniendo en cuenta las relaciones [6], podemos escribir:

$$0 = -A + \frac{Q_1 - [-A(1+r) + Q_1]}{(1+r)} + \frac{Q_2 + [-A(1+r) + Q_1] \cdot (1+K)}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3}$$

$$0 = -A + \frac{Q_1 + A(1+r) - Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2 + [-A(1+r)(1+K) + Q_1(1+K)]}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3}$$

y quitando denominadores:

$$0 = -A(1+r)^3 + Q_1(1+r)^2 + A(1+r)^3 - Q_1(1+r)^2 + Q_2(1+r) - A(1+r)^2(1+K) + Q_1(1+K)(1+r) + Q_3$$

es decir:

$$0 = -A(1+r)^2(1+K) + Q_1(1+r)(1+K) + Q_2(1+r) + Q_3$$

Hemos obtenido, pues, la relación funcional [5] partiendo del tanto interno proporcionado por la figura 6, con lo cual queda demostrado lo que queríamos.

En consecuencia, aplicando este concepto de tanto interno de rendimiento, es decir, determinando previamente si el proyecto a evaluar es puro o mixto y, en este segundo supuesto, calculando el proyecto puro equivalente, eliminaremos la inconsistencia. Nótese que esto no quiere decir que la inversión resultante tenga todos sus flujos netos de caja positivos.

Una vez que hemos resuelto el problema de la inconsistencia del TRI, queda por determinar si, para los proyectos no simples, los criterios del valor capital y del tanto interno de rendimiento (el tradicional para proyectos no simples y puros, y el visto en párrafos precedentes para proyectos mixtos) proporcionan el mismo resultado en cuanto a la aceptación o rechazo del proyecto. La respuesta es afirmativa. La demostración puede hacerse gráficamente tal como explicábamos para los proyectos simples (11) y teniendo en consideración que, al eliminar la inconsistencia, el criterio del TRI proporciona un solo valor con sentido económico.

3. LA CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN MUTUAMENTE EXCLUYENTES

Antes de entrar de lleno en este tema conviene recordar que la utilización de los criterios del VC y del TRI para distintos proyectos de inversión requiere (12) su homogeneización previa. Veamos en qué se traduce esto para los criterios mencionados:

Valor capital (VC)

Supongamos dos proyectos, I_1 e I_2 , con idéntico horizonte temporal previsto y distintos costes iniciales, A_1 y A_2 , de forma que $A_1 > A_2$. Si ambos proporcionan el mismo valor capital, el criterio empleado en su valoración postula la indiferencia entre ambos. Sabemos, sin embargo, que esto es erróneo, pues es evidente que un inversor racional preferirá aquel proyecto que, a igualdad de rentabilidad absoluta, le exija menor inversión inicial; es decir, a igualdad de VC, escogería el de menor A .

Si analizamos el caso de dos proyectos, I_3 e I_4 , con idéntico coste inicial, pero distinto horizonte temporal, n_3 y n_4 , de forma que $n_3 > n_4$, y siendo además iguales los valores capitales a obtener con cada uno de ellos, la elección no debe ser indiferente (a pesar de que esto sea lo que indique el criterio empleado en la valoración), sino que ofrece mayor interés aquella inversión que necesita menor tiempo para obtener el VC mencionado, es decir, I_4 .

Queda claro, pues, que, a fin de paliar los problemas mencionados, es necesario reducir el conjunto de proyectos que se desea clasificar a alternativas que representan el *mismo coste inicial*, A , y el *mismo horizonte temporal*, n .

Tanto interno de rendimiento (TRI)

En este caso, sólo es necesario homogeneizar los horizontes temporales, pues, debido al significado económico del TRI (rentabili-

(12) Ver, por ejemplo, PEUMANS, H., *Valoración de Proyectos de Inversión*, Ed. Deusto, 1974, capítulo IV, sección 6. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A.; DURBAN OLIVA, S., y MARTÍN ARMARIO, E., *El subsistema de Inversión y Financiación de la empresa. Problemas y Fundamentos Teóricos*, Ed. Pirámide, 1980, capítulo I.

dad relativa sobre el capital invertido, *mientras permanezca invertido*), la homogeneización de A es irrelevante.

Tras las puntualizaciones anteriores, pasemos ya, sin más preámbulo, a resolver el problema de la jerarquización de proyectos de inversión, para lo cual supondremos:

- Que son mutuamente excluyentes.
- Que durante su horizonte temporal, la empresa no realizará nuevas inversiones de capital.
- Que son inversiones simples (en caso contrario, el proceso se complicaría, pues la homogeneización de costes iniciales afecta también a los flujos netos de caja negativos).
- Que la futura política de dividendos es la misma para ambos proyectos, es decir, es independiente de cuál(es) sea(n) el (o los) elegido(s).
- Que cualquiera que sea el(los) proyecto(s) escogido(s) la forma de financiación será la misma, es decir, dará lugar a las mismas cargas financieras.

Para simplificar, consideraremos exclusivamente dos proyectos (13), I_5 e I_6 , que responden a las características especificadas en la tabla I.

TABLA I

Proyecto	Coste inicial	Horizonte temporal (años) n_i	Flujos netos de caja, Q_i			Valor residual a final de n_i
			Año 1	Año 2	Año 3	
I_5	A_5	$2 = n_5$	Q'_1	Q'_2	—	VR_5
I_6	A_6	$3 = n_6$	Q''_1	Q''_2	Q''_3	VR_6

En primer lugar, homogeneizaremos las duraciones de I_5 e I_6 , lo cual conseguiremos (14) haciendo que ambas coincidan con el mayor de los horizontes temporales considerados. Será, por tanto,

(13) Sin embargo, las explicaciones que realizamos y las conclusiones extraídas pueden ser fácilmente generalizables a un número cualquiera de proyectos.

(14) Aunque existen otras técnicas de homogeneización, hemos escogido ésta, por considerarla una de las más realistas.

necesario aumentar n , a tres años. Para ello, supondremos que los distintos flujos netos de caja, Q_i y el valor residual, VR_3 , son reinvertidos hasta el final del citado horizonte temporal. Por el momento, y hasta su posterior estudio, nos interesa dar por conocida, y con valor distinto para cada período y para cada proyecto de inversión, a las tasas de reinversión de los flujos netos de caja y del valor residual. Estas tasas de reinversión no podrán ser otras que la que venimos llamando *tasas reales de inversión*.

Operando igual con el proyecto I_6 en cuanto a la reinversión de los fondos intermedios liberados, conseguimos dos objetivos. En primer lugar, homogeneizar los distintos horizontes temporales y, en segundo lugar, evitar las hipótesis implícitas en los criterios clásicos, tal como veíamos anteriormente. Llegaremos así a resultados más acordes con la realidad empresarial. El proceso descrito puede verse en las figuras 7 y 8.

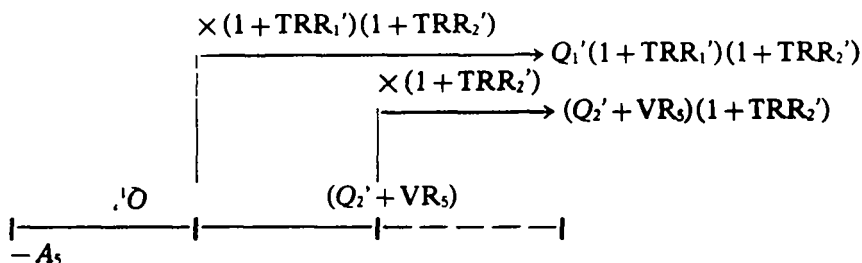


Fig. 7

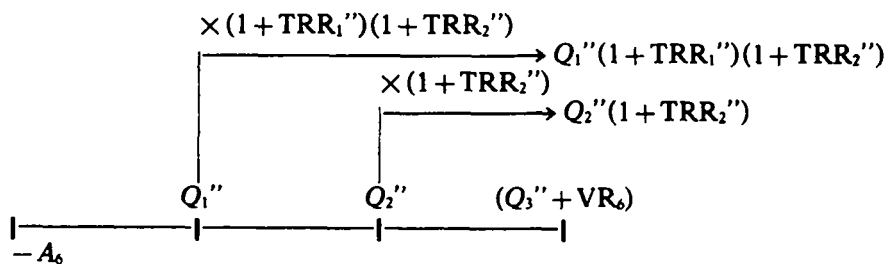


Fig. 8

Tras haber homogeneizado los horizontes temporales, deberemos actuar de forma análoga con los costes iniciales, A_i , haciendo que sean iguales al mayor de ellos, que, en nuestro caso, será el A_6 . Para ello, suponemos conocida la *inversión complementaria* en cuanto a coste inicial, de A_5 respecto a A_6 , y duración; esta última será igual a la del horizonte temporal homogeneizado, tres años. Todo empresario debe conocer las posibilidades de inversión de los recursos ($A_6 - A_5$) durante los tres años que venimos considerando y, en último caso, si no existe ninguna posibilidad de inversión, siempre podrá colocar estos recursos ociosos en el mercado financiero.

Conocidas ya todas las variables (coste inicial, duración y flujos netos de caja) de la inversión complementaria, y reinvertiendo los fondos intermedios liberados por ella, Q_i''' , a determinadas tasas de reinversión, TRR_i''' , supuestamente conocidas, la comparación se realizará entre el proyecto I_6 y el conjunto total formado por I_5 y la complementaria, I_c , que aparece representada en la figura 9.

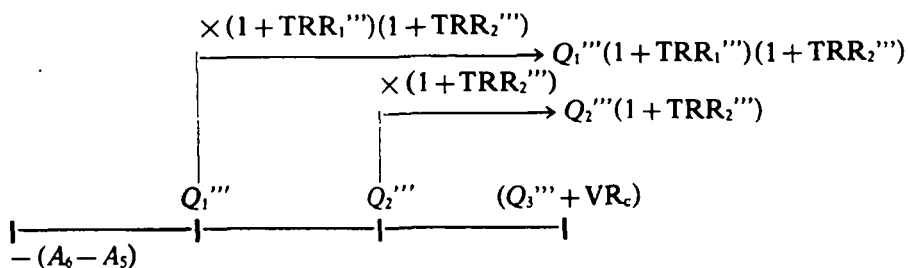


Fig. 9

Así pues, hemos reducido nuestro problema a la comparación de dos inversiones, cuyos datos (15) se muestran en la tabla II, siendo:

(15) En realidad, como veremos en el apartado 4, el flujo neto de caja no se reinvierte completamente, sino lo que queda después de deducir los dividendos, o mejor dicho, la contribución a dividendos de estos proyectos, D_i , y las cargas financieras, CF_i , de cada periodo, que de acuerdo con las

$$Q_{5+c} = Q_1(1 + TRR_1')(1 + TRR_2') + (Q_2' + VR_3)(1 + TRR_2') +$$

$$+ Q_1'''(1 + TRR_1''')(1 + TRR_2''') + Q_2'''(1 + TRR_2''') + (Q_3''' + VR_c)$$

$$Q_6 = Q_1''(1 + TRR_1'')(1 + TRR_2'') + Q_2''(1 + TRR_2'') + (Q_3'' + VR_6)$$

TABLA II

Proyecto	Coste inicial	Horizonte temporal	Flujos netos de caja		
			Año 1	Año 2	Año 3
$I_5 + I_c$	$A_6 = A_5 + (A_6 - A_5)$	—	—	3	Q_{5+c}
I_6	A_6	3	—	—	Q_6

La valoración de los proyectos ($I_5 + I_c$) e I_6 , de acuerdo con el criterio del valor capital, sería:

$$VC_{5+c} = -A_6 + \frac{Q_{5+c}}{(1+K)^3} \quad [7]$$

$$VC_6 = -A + \frac{Q_6}{(1+K)^3} \quad [8]$$

De las expresiones [7] y [8] se deduce que *jerarquizar los proyectos de mayor a menor VC equivale a ordenarlos de mayor a menor flujo neto de caja terminal* (16), ya que ésta es la variable que diferencia a los segundos miembros de las expresiones citadas.

hipótesis realizadas son iguales para todas las alternativas a comparar y, por tanto, no inciden en la solución del problema. Debido a ello, hemos eliminado D_i y CF_i en todos los períodos de ambos proyectos, lo cual provoca que los flujos netos de caja intermedios de ambos proyectos sean nulos. Se deduce, pues, que los VC y TRI hallados a partir de los datos de la tabla II no corresponden al concepto real de los mismos. Sin embargo, son representativos para jerarquizar el conjunto de proyectos de inversión objeto de estudio.

(16) Como puede comprobarse en PORTERFIELD, J. T. S., *Decisiones de inversión y costos de capital* (Ed. Herreros Hnos., México, 1974, págs. 38 y ss.), el método propuesto por nosotros es una variante del que el citado autor denomina «valor terminal neto», y decimos variante porque, como más adelante veremos (apartado 4), sólo consideramos la reinversión de parte de los flujos netos de caja.

Si empleamos el *criterio del tanto interno de rendimiento*, tendremos:

$$0 = -A_6 + \frac{Q_{5+c}}{(1 + TRI_{5+c})^3} \rightarrow TRI_{5+c} = \sqrt[3]{\frac{Q_{5+c}}{A_6} - 1} \quad [9]$$

$$0 = -A_6 + \frac{Q_6}{(1 + TRI_6)^3} \rightarrow TRI_6 = \sqrt[3]{\frac{Q_6}{A_6} - 1} \quad [10]$$

de donde se deduce que la clasificación de proyectos de mayor a menor TRI equivale (ver [9] y [10]) a ordenar de mayor a menor flujo neto de caja terminal, lo cual nos lleva a conseguir la misma jerarquización que con el criterio del valor capital. Queda así demostrado otro de los puntos propuestos en nuestro trabajo.

4. HACIA UNA ESTIMACIÓN POSIBLE DE LA TRR (*)

De las páginas anteriores se desprende que para la toma de decisiones en los problemas de:

- aceptación o rechazo de un proyecto de inversión mediante la utilización de los criterios clásicos;
- clasificación de un conjunto de proyectos mutuamente excluyentes es absolutamente necesario la utilización de las tareas reales de reinversión de los distintos flujos intermedios liberados por los proyectos en cuestión. En el presente apartado, proponemos una posible vía de solución para la determinación de las tasas citadas.

Como paso previo, detengámonos por un momento en el significado y descomposición de los flujos netos de caja después de impuestos (17). Sabemos que el VC de un proyecto de inversión mide

(*) Deseamos agradecer sus valiosos comentarios al profesor SIERRA MOLINA, G., de la F.C.E. y E. de Sevilla (España).

(17) Generalmente, en la determinación del montante global de los impuestos derivados de los flujos netos de caja sólo se tienen en consideración los llamados impuestos directos que, en el caso de Sociedades Anónimas, se concretan en el Impuesto sobre Beneficios. Su determinación puede re-

«el provecho inmediato para la empresa después de la aceptación del proyecto (18)». Aclaremos la frase anterior. Si la evaluación de un determinado proyecto mediante el VC, utilizando como tasa de actualización el coste de capital, da una cuantía de 0 unidades monetarias, esto implica que los flujos netos de caja han sido tales que compensan exactamente el coste inicial, o inmovilización financiera, más las cargas financieras derivadas de ésta; en caso de utilizar una financiación mixta para el capital inicial del proyecto, las cargas financieras incluirán la retribución del capital propio, es decir, los futuros dividendos. Por consiguiente, cuando un proyecto tenga un VC positivo esta ganancia neta actualizada podrá utilizarse para aumentar la retribución del capital propio en forma de incremento de dividendos, y/o para autofinanciar a la empresa en forma de provisiones y reservas.

El párrafo anterior nos lleva a descomposición de los flujos netos de caja post-impuestos, para un determinado período, i , en:

$$Q_i = CF_i + D_i + CA_i + R_i \quad [11]$$

siendo:

CF_i = Intereses y cargas financieras (del período i) correspondiente al capital ajeno empleado en la financiación del coste inicial del proyecto.

D_i = Dividendos (del período i) correspondientes a la retribución del capital propio empleado en la financiación del coste inicial.

CA_i = Cuota de amortización financiera (del período i), la cual, teóricamente, serviría para eliminar la inmovilización finan-

sultar complicada, debido principalmente que el citado impuesto grava los flujos de renta y no los de caja, siendo estos últimos los empleados en la evaluación de proyectos y, por tanto, el dato disponible. Ver a este respecto, entre otros, a BIERMAN, H., y SMIDT, S., *El presupuesto de bienes de capital*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1977, págs. 117 y ss. Para una correcta distinción entre flujos de renta y flujos de caja puede consultarse a CAÑIBANO CALVO y BUENO CAMPOS, *Cash-Flow. Autofinanciación y Tesorería*, Ed. Pirámide, S. A., Madrid, 1978. En lo referente al origen en la confusión de ambos conceptos, consúltese RIEBOLD, *Le Cash-Flow*, Les Editions d'Organisations, París, 1973, en donde se distingue claramente entre el concepto europeo y el americano.

(18) MAO, J. C. T., *Análisis financiero*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1975, págs. 166 y ss.

ciera o coste inicial. Puede descomponerse en cuota de amortización del capital propio y del ajeno para el período i , es decir, CA_{cp} , y CA_{ca} , respectivamente.

R_i = Previsiones y reservas del período i .

Tanto CF_i , como D_i deben pagarse en cada período, por lo que, al salir de la empresa, no serían susceptibles de reinversión.

No ocurre esto con R_i y CA_i (mientras esta última permanezca como amortización acumulada), que constituyen verdaderas fuentes financieras para la empresa. Es por ello que anteriormente decíamos (ver nota (15)) que sólo se reinvierte una parte de los flujos netos de caja generados por los proyectos de inversión en cada período.

Al objeto de calcular el valor de la tasa de rentabilidad, TRR, proporcionada por los fondos mencionados (R_i y CA_i), resulta de gran interés conocer la naturaleza de los mismos. *Tanto unos como otros forman parte de los fondos propios de la empresa, de donde puede derivarse que la tasa real de inversión, TRR, es precisamente la rentabilidad media de aquéllos, RFP .*

Estas conclusiones justifican, pues, nuestro rechazo, tanto al empleo de una tasa de reinversión de los flujos netos de caja igual al coste de capital (caso del VC) o a la rentabilidad relativa del proyecto que libera estos flujos (caso del TRI), como a la reinversión de la totalidad del flujo neto de caja (19).

Pasemos, por último, a la cuantificación de la tasa de reinversión, TRR. La rentabilidad de los fondos totales de la empresa, en un determinado período i , viene dada por:

$$RFT_i = \frac{BN_i - ID_i + CF_i}{PT_i} \quad [12]$$

donde:

BN_i = Beneficios netos contables extraídos de la cuenta de pérdidas y ganancias para el período i , y compuestos por D_i , CA_i y R_i .

(19) Estas mismas razones justifican las afirmaciones contenidas en (a) y (b) del apartado 2.b.

ID_i = Impuestos directos del período i .

CF_i = Intereses y cargas financieras del período i .

PT_i = Pasivo total de la empresa para el período i .

La expresión [12] puede descomponerse en costes financieros (en %), $CFTC_i$, y rentabilidad de los recursos propios, RFP_i , de la siguiente forma:

$$RFT_i = \frac{RFP_i \cdot FP_i + CFTC_i \cdot FA_i}{FP_i + FA_i} \quad [13]$$

donde:

FP_i = Fondos propios en el período i (capital social en el período + reservas + amortización acumulada hasta el período).

FA_i = Fondos ajenos en el período i .

y, por tanto:

$$FP_i + FA_i = PT_i \quad [14]$$

A su vez, RFP_i y $CFTC_i$ vienen dados, respectivamente, por:

$$RFP_i = \frac{BN_i - ID_i}{FP_i} \quad [15]$$

$$CFTC_i = \frac{CF_i}{FA_i} \quad [16]$$

De la sustitución de [15] y [16] en [13], se deduce [12].

Por tanto, el valor que proponemos para la tasa real de reinversión, TRR_i , a aplicar en el período i , viene dado por:

$$TRR_i = RFP_i = \frac{BN_i - ID_i}{FP_i} \quad [17]$$

que deberá aplicarse exclusivamente sobre la parte de los flujos netos de caja susceptibles de reinversión ($D_i + CA_i$).

Es evidente que la TRR_i deberá ser estimada para cada uno de los períodos en que se descompone el horizonte temporal de los proyectos de inversión, teniendo en consideración la posible variación que los proyectos futuros provocarán en cada una de las variables de la expresión [17].

5. CONSIDERACIONES FINALES

Estamos ya en condiciones de aplicar correctamente los criterios clásicos, VC y TRI, de evaluaciones de inversiones. Nos ayudaremos del siguiente ejemplo resumido en la figura 10.

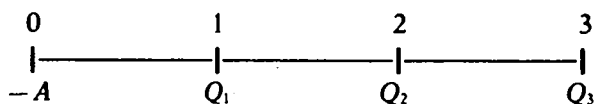


Fig. 10

Q_i representa al flujo neto de caja después de impuestos para el período i , y estimado en el momento inicial. Asimismo, vamos a suponer que TRR y K son, respectivamente, la tasa real de reinversión (o rentabilidad media futura de los recursos propios), constante para los tres períodos considerados, y la tasa óptima de actualización futura.

El primer paso consiste en comprobar que no existe ningún Q_i menor que la suma de las cargas financieras y los dividendos previstos para cada período (20); es decir, que el proyecto puede hacer frente por sí mismo a sus obligaciones financieras.

Si los Q_i positivos no son suficientes para cubrir, como mínimo, las cargas financieras y los dividendos estimados para cada período, puede estudiarse, antes de rechazar el proyecto de inversión, una modificación de la financiación prevista para el mismo (de forma que disminuyan las cargas financieras y la cuantía correspon-

(20) Las cargas financieras de cada período vienen determinadas al conocer las fuentes de financiación del proyecto a evaluar. En cuanto a los dividendos, conocida su política futura, se podrá determinar, al menos, para cada período, un nivel mínimo con el que el proyecto a evaluar contribuirá al dividendo total a repartir.

diente a los dividendos), o bien, y en último extremo, podría considerarse una reformulación de la política de dividendos inicialmente propuesta, al objeto de hacerla menos gravosa.

En el supuesto de que el proyecto objeto de estudio (figura 10) cumpla con los requisitos mínimos en cuanto a dividendos y cargas financieras, podemos desdoblar cada Q_i tal como expresamos en la figura 11.

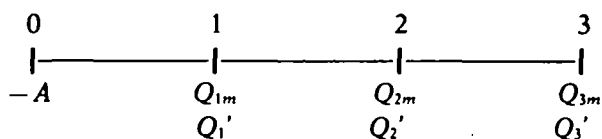


Fig. 11

en donde:

Q_{im} — Son los flujos netos de cada mínimos requeridos por la financiación del proyecto ($CF_i + D_i$, en caso de financiación mixta) (21).

$Q_i = Q_{im} + Q'_i$, siendo, por consiguiente:

Q'_i = parte de cada flujo neto de caja susceptible de reinversión a una tasa TRR_i .

El valor capital del proyecto propuesto, al que denominaremos valor capital modificado (VCM), viene dado por la siguiente expresión:

$$VCM = -A + \sum_{i=1}^3 \frac{Q_{im}}{(1+K)^i} + \frac{\sum_{i=1}^3 Q'_i \cdot (1+TRR)^{3-i}}{(1+K)^3} \quad [18]$$

(21) Hemos considerado la devolución del capital ajeno al final del horizonte temporal del proyecto. En caso contrario, el término CA_{ca} no se rein-

vertiría, ampliándose a éste las consideraciones realizadas para CF_i y D_i . Por otra parte, nótese que, como decíamos anteriormente, en caso de comparación de proyectos mutuamente excluyentes, al contar con igual financiación y ser la política de dividendos independiente de la inversión a elegir (es decir, ambas deben contribuir de la misma manera a los dividendos futuros), los Q_{im} de ambos proyectos son iguales para cualquier i ; por esto, los eliminábamos en la tabla II. No suponer esto, y dejar en cada período los Q_{im} , significaría (al aplicar el VC o el TRI) la reinversión implícita de Q_{im} (a la tasa K o TRI, respectivamente), cuando en realidad la tasa de reinversión de Q_{im} es nula, ya que desaparecerán de la empresa al hacerse líquidos en cada período.

Hemos considerado constantes a TRR y a K para todo el horizonte temporal del proyecto, con el único objeto de simplificar la expresión anterior.

El modelo que proponemos tiene, a nuestro juicio, las siguientes ventajas respecto a los tradicionales.

- El nuevo valor capital dado por la expresión [18], así como el nuevo tanto interno de rendimiento, aseguran el mismo resultado, tanto en lo que se refiere a la *aceptación-rechazo* de un proyecto, como a la *jerarquización* de varios proyectos mutuamente excluyentes; siempre que la financiación sea la misma.
- Elimina las hipótesis implícitas, poco realistas, de *reversión de fondos* intermedios de los criterios clásicos.
- Considera la obtención de la *liquidez* necesaria para hacer frente puntualmente a las cargas financieras y a las necesidades reclamadas por la política de dividendos, para el proyecto en cuestión.
- Es fácilmente *generalizable* a otras situaciones menos restrictivas que las enunciadas en el presente trabajo, así como a los modelos de *programación de inversiones*.

No queremos terminar sin hacer un par de observaciones.

En lo referente a la operatividad del método propuesto, aconsejamos *la estimación de una única tasa media de reinversión futura*, al igual que en los criterios clásicos se utiliza un único coste medio de capital, como tasa óptima de actualización, para todo el horizonte temporal a considerar. Es claro que la estimación de esta nueva variable es la que ha desanimado a todos los autores a su utilización. Por nuestra parte, creemos haber justificado debidamente a lo largo de estas páginas la necesidad de emplear la tasa real de reinversión, esperando asimismo haber abierto una posible vía de solución para su estimación.