

# VAN vs TRI: ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS

por Fernando Gómez–Bezares, José Antonio Madariaga y Javier Santibáñez  
Publicado (en una versión similar) en *Harvard–Deusto Finanzas & Contabilidad*, nº 7,  
Septiembre–Octubre, 1.995, págs. 48–58

## 1. Introducción

La superioridad del Valor Actualizado Neto (VAN) como criterio de decisión en la selección de inversiones es generalmente aceptada en la Teoría financiera. Sin embargo, la mayor intuitividad de la Tasa de Rentabilidad Interna (TRI) hace que, con demasiada frecuencia, sea esta última la única medida del interés de los proyectos tenida en cuenta en la práctica. A ello se suma el hecho de que los modernos modelos de valoración de activos, basados en la teoría de cartera de Markowitz, parten de este último criterio, lo cual parece apoyar el interés de la TRI.

Este artículo pretende mostrar, con abundantes y sencillos ejemplos, los problemas que la TRI puede en ocasiones presentar, así como las posibles soluciones para algunos de ellos. En cualquier caso, la intención final del mismo sería resaltar, una vez más, la indiscutible superioridad del VAN frente a cualquier otro criterio de decisión en lo que respecta a la toma de decisiones de inversión<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Dado que la intención fundamental del artículo es poner de manifiesto algunas ideas generalmente aceptadas por la Teoría financiera, y que pretende dirigirse de la manera más amable posible a personas no necesariamente familiarizadas con los conceptos aquí manejados, evitaremos hacer continuas referencias bibliográficas. Nos permitimos recomendar al lector interesado en ampliar cualquiera de los conceptos que en el artículo se presentan la obra de Fernando Gómez–Bezares “Las decisiones financieras en la práctica”, editada por Desclée de Brouwer, Bilbao, 1993, 4ª edición, de la que se han extraído muchas de las ideas que aquí aparecen. También puede consultarse cualquiera de los manuales clásicos en Finanzas, como la obra de Andrés Santiago Suárez Suárez, “Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa”, Pirámide, Madrid, 1993, 15ª ed., o la de R. Brealey y S. Myers, “Fundamentos de financiación empresarial”, McGraw–Hill, Madrid, 1988.

## 2. Concepto y formulación de los criterios VAN y TRI

Los criterios de decisión que en este artículo se analizan parten de la confección y posterior valoración del “perfil de fondos” asociado al proyecto de inversión en cuestión. Este perfil no es otra cosa que una estimación del impacto que el proyecto tendrá en la tesorería de la empresa a lo largo de su vida útil (que es el número de años en que el mismo provocará entradas o salidas en la tesorería de la empresa). Gráficamente, podríamos representar este perfil tal como aparece en la figura 1, donde las flechas hacia arriba indican entradas de fondos (EF) en la empresa motivadas por el proyecto, mientras que las flechas hacia abajo representan salidas (SF).

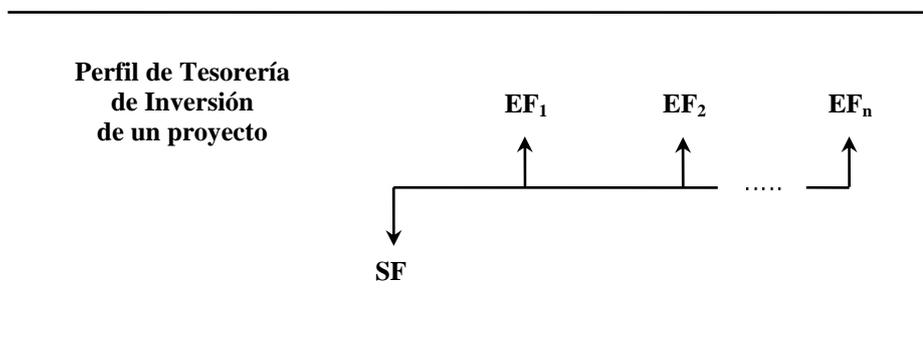


Figura 1

Partiendo de lo anterior, el Valor Actualizado Neto (VAN) se define como la diferencia, en valor actual, entre las entradas y salidas que la empresa tendrá en su tesorería como consecuencia de afrontar un determinado proyecto de inversión. Su formulación es la siguiente:

$$\text{VAN} = -\text{DI} + \frac{\text{GF}_1}{(1+K)} + \frac{\text{GF}_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{\text{GF}_n}{(1+K)^n} \quad (1)$$

que también suele expresarse de la siguiente forma:

$$\text{VAN} = -\text{DI} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{GF}_t}{(1+K)^t} \quad (2)$$

donde DI representa el Desembolso Inicial (importe que la empresa debe desembolsar para hacer frente al proyecto en términos incrementales respecto a la decisión de no afrontarlo); GF<sub>t</sub> es la Generación de Fondos incremental atribuible al proyecto en el año t (es decir, el incremento que

se producirá en la caja de la empresa como consecuencia de afrontar la inversión<sup>2</sup>);  $n$  es el número de años en que la decisión tendrá efectos para la tesorería de la compañía (que llamamos vida útil); y  $K$  es el tipo de descuento a aplicar, en adelante coste de los fondos, que se define como coste de oportunidad o rendimiento de la mejor alternativa a la que se renuncia por afrontar el proyecto: en ambiente de certeza (es decir, cuando el valor de todas las variables que afectan a la decisión se considera conocido) coincidirá con el tipo de interés sin riesgo (en ambiente de riesgo,  $K$  sería el rendimiento de la mejor alternativa perdida de riesgo similar). Los razonamientos que siguen se harán, salvo que se especifique lo contrario, suponiendo certeza sobre los resultados futuros, lo que facilitará su comprensión, pero son trasladables al caso de riesgo. De la misma manera, recomendamos al lector que razone, normalmente, suponiendo que los proyectos se financian con fondos propios; aunque puede generalizarse a una financiación mixta.

La interpretación del significado del VAN es sencilla: serán interesantes todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo, es decir, aquellos en los que el valor actual de las entradas de fondos sea superior al de las salidas. La diferencia entre ambas magnitudes es precisamente el incremento de valor que la empresa experimenta como consecuencia de la inversión. Esto puede intuirse muy fácilmente de la siguiente manera: si analizamos sólo la segunda parte de la fórmula (el Valor Actualizado, sin restar el Desembolso Inicial), vemos que se trata del importe que hoy tendríamos que invertir para que, al tipo de mercado  $K$ , la institución emisora nos fuera pagando la corriente de flujos de fondos asociada al proyecto. Si esta cantidad es superior a  $DI$ , la diferencia es el dinero que “nos ahorramos” gracias al proyecto, y por tanto, el valor adicional que la inversión aporta a la empresa.

Veámoslo con un ejemplo muy sencillo. Supongamos una inversión como la de la figura 2. El proyecto precisa un desembolso de 100 y promete una generación de fondos única, al cabo de un año, de 132. Supondremos que el coste de los fondos es el 10%.

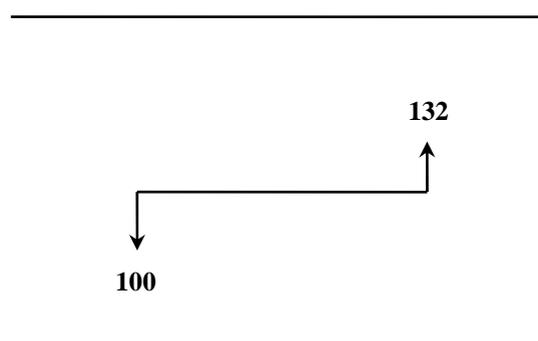


Figura 2

<sup>2</sup> La generación de fondos del último año incluirá el Valor Residual del proyecto, es decir, el importe que pueda obtenerse por la liquidación de todos los activos asociados a éste al término de su vida útil, siempre en términos incrementales.

El Valor Actualizado Neto, VAN, será:

$$\text{VAN} = -100 + \frac{132}{1,1} = -100 + 120 = 20 \quad (3)$$

Por lo que hemos dicho, el incremento de valor será 20. En efecto, supuesto que los fondos rinden un 10%, necesitaríamos 120 para, invertidas al 10%, conseguir 132 dentro de un año; nos da lo mismo tener 132 al final del año que 120 hoy, luego el proyecto nos va a dar “algo equivalente” a 120 de hoy por un precio de 100; es decir, nos enriquece en 20.

La Tasa de Rentabilidad Interna (TRI) nos dice cuál es el rendimiento de la inversión. Se define como aquella tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Su formulación es la siguiente:

$$\text{DI} = \frac{\text{GF}_1}{(1 + \text{TRI})} + \frac{\text{GF}_2}{(1 + \text{TRI})^2} + \dots + \frac{\text{GF}_n}{(1 + \text{TRI})^n} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{GF}_t}{(1 + \text{TRI})^t} \quad (4)$$

donde la nomenclatura es idéntica a la definida para el VAN, y la TRI se obtiene despejando la variable correspondiente (la propia TRI) en la ecuación propuesta.

El criterio de actuación es también bastante claro: se aceptarán los proyectos cuya TRI sea superior al coste de los fondos K, es decir, los que rindan más que lo que cabría exigirles.

Como puede verse, la idea que se persigue en ambos criterios es muy similar, buscar aquellos proyectos que rinden más que la mejor alternativa perdida. Es importante notar que no basta con que el proyecto aporte beneficio, es necesario que éste sea superior al que aporta la mejor inversión alternativa. Si me ofrecen un negocio donde invirtiendo 100 obtendré 105 al cabo de un año, el beneficio será 5, pero esto no es suficiente. Si yo a mi dinero le puedo obtener un 10%, es fácil comprobar que el VAN es negativo, y la TRI (5%) es inferior al coste de oportunidad (10%).

Por otro lado, ambos criterios se apoyan en un concepto superior al beneficio: tienen en cuenta el impacto en caja, el cual no depende de criterios de valoración contables subjetivos. Además, los dos tienen en cuenta el “cuándo” se produce la entrada o salida de fondos en la empresa (frente al beneficio, que se apoya en el criterio del devengo), lo cual es fundamental, en la medida en que existe un “valor del dinero en el tiempo” (si cobro hoy no es lo mismo que si lo hago el año que viene); y finalmente, permiten considerar el riesgo asociado al proyecto, implícito en el tipo K (que actúa como tipo de descuento en el VAN, y como tasa de referencia en la TRI).

Puede verse también con claridad que VAN y TRI darán, en condiciones normales, soluciones consistentes a la hora de aceptar o rechazar un proyecto: si el VAN de una inversión es positivo, su TRI será superior al coste de los fondos K (y viceversa). Sin embargo, pueden discrepar a la hora de ordenar o jerarquizar proyectos, es decir, cuando tenemos que elegir entre varias inversiones posibles.

A continuación, repasaremos algunas ventajas e inconvenientes que presentan ambos criterios, analizaremos las causas que pueden dar lugar a la apuntada discrepancia, y trataremos de ver a través de ejemplos algo caricaturizados de la realidad los importantes problemas que la decisión en base a la TRI presenta en algunos casos.

### 3. VAN, TRI y tipos de reinversión implícitos

Este es, probablemente, el problema teórico más importante que presenta la TRI, que puede aparecer escondido en su interpretación, pero que es decisivo a la hora de valorar sus resultados. El tipo de reinversión implícito que considera el VAN es el coste de los fondos ( $K$ ), mientras que en el caso de la TRI, este tipo es la propia TRI. Veámoslo con un ejemplo. Supongamos un proyecto de inversión que consiste en crear una empresa, que llamaremos A, la cual aporta unos flujos de fondos como los que aparecen en la figura 3.

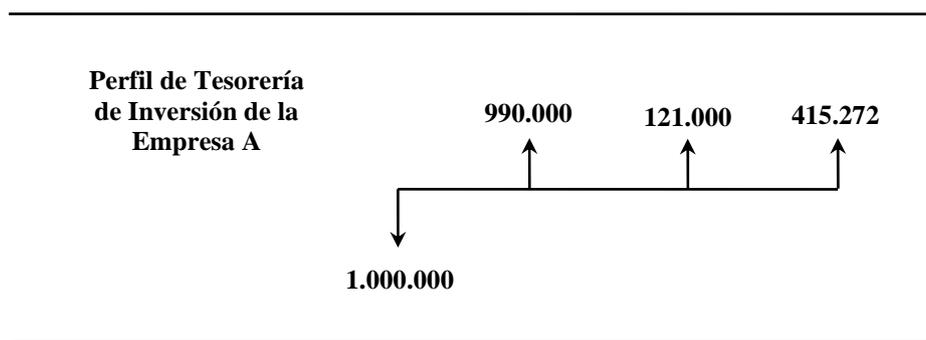


Figura 3

Supongamos ahora que el coste de los fondos es el 10%. Recordemos que ello significa que esa es la tasa de rendimiento que el inversor podría obtener en la mejor alternativa perdida. Para simplificar, supongamos también que la empresa está financiada al 100% con fondos propios, y que nos encontramos en un mundo en certeza, en el que tanto las salidas como las entradas de fondos son conocidas con seguridad (todo lo cual no es imprescindible para lo que ahora queremos estudiar, pero nos permitirá razonar con más claridad).

Partiendo de todo lo anterior, vemos que la inversión exige a la empresa una salida de un millón de euros en el momento inicial, y le permite obtener unas entradas de 990.000 (el primer año), 121.000 (el segundo), y 415.272 (el tercero). Pero la empresa pertenece en su totalidad a los accionistas, que son los que tendrán que poner todo el dinero, y son también ellos los que se llevarán las generaciones de fondos que el proyecto reporta. Es decir, mediante una sencilla ecuación de fuentes y empleos de fondos, llegaríamos al “perfil de tesorería de los fondos

propios” (que recoge el impacto de la relación de la empresa con sus propietarios en la tesorería de la misma), que en nuestro sencillo ejemplo, sería exactamente el “inverso” al de “tesorería de inversión” (entradas y salidas anuales debidas a la inversión, que es lo que aparece en la figura 3)<sup>3</sup>, tal como puede verse en la figura 4.

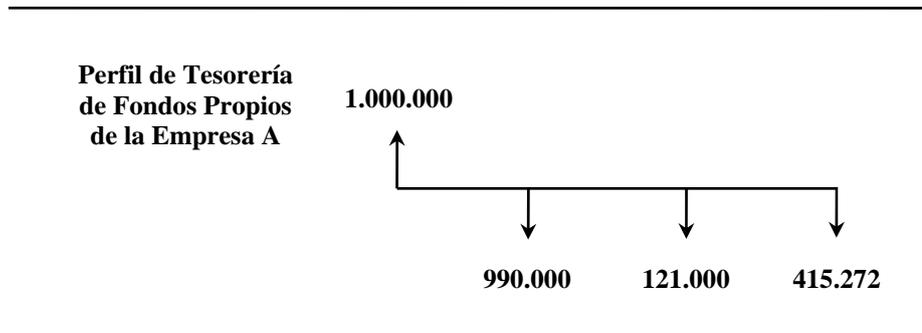


Figura 4

Calculemos ahora el VAN y la TRI de la empresa en cuestión:

$$\text{VAN}_{10\%} = -1.000.000 + \frac{990.000}{1,1} + \frac{121.000}{1,1^2} + \frac{415.272}{1,1^3} = 312.000 \quad (5)$$

$$0 = -1.000.000 + \frac{990.000}{(1 + \text{TRI})} + \frac{121.000}{(1 + \text{TRI})^2} + \frac{415.272}{(1 + \text{TRI})^3} \rightarrow \text{TRI} = 32\% \quad (6)$$

Y veamos ahora hasta qué punto los criterios VAN y TRI dicen “toda la verdad”, o hasta qué punto deben ser interpretados al pie de la letra.

El VAN, hemos dicho, nos indica el incremento de riqueza, en valor actual, que reporta el proyecto afrontado. Para que ello sea cierto, es decir, para que el propietario pueda hacer efectivo su aumento de riqueza mediante la venta del proyecto (haciéndolo por un valor igual a  $\text{DI} + \text{VAN}$ ), es imprescindible que éste garantice un 10% de rentabilidad no sólo al DI, sino también al propio valor del VAN: en caso contrario, el nuevo comprador preferiría realizar su inversión en el mercado. Comprobemos si esto es cierto, para lo cual, construimos el cuadro 1.

<sup>3</sup> El lector puede comprobar que si suponemos una empresa endeudada, ello simplemente significaría que el perfil de inversión tendría detrás dos perfiles de tesorería de financiación (el de los fondos propios y el de los fondos ajenos). Es decir, la tesorería de inversión se repartiría (tanto en lo positivo –entradas– como en lo negativo –desembolsos–) entre los proveedores de fondos. Pero la suma de estos dos perfiles debería seguir siendo igual, con signo cambiado, a la tesorería de inversión. También puede el lector introducir la hipótesis de riesgo, que daría lugar a las mismas conclusiones, si bien complica innecesariamente el razonamiento que ahora pretendemos realizar.

Año	Capital inicial	Capital final	Fondos retirados	Fondos reinvertidos
1	1.312.000	1.443.200	990.000	453.200
2	453.200	498.520	121.000	377.520
3	377.520	415.272	415.272	0

Cuadro 1

Comentaremos brevemente el proceso de confección del cuadro presentado. Así, 1.312.000 es el valor por el que se supone puede venderse el proyecto; al 10%, al final del primer año, debería dar 1.443.200. Si retiramos 990.000, nos quedarán 453.200, que es la cifra de la que partimos al comienzo del segundo año. Siguiendo la misma lógica a lo largo de los siguientes años, vemos que el último año, al retirar los 415.272, ha quedado saldado el proyecto, luego “realmente he conseguido el 10% sobre 1.312.000”.

Como puede verse, es cierto que el proyecto garantiza el 10% a la suma de DI + VAN. Esto podría verse también de otra forma. Comprobemos cómo el valor capitalizado de las generaciones de fondos coincide con el valor capitalizado de la suma de DI + VAN al 10%:

$$(DI + VAN) \cdot (1 + K)^n = (1.000.000 + 312.000) \cdot (1 + 0,10)^3 = 1.746.272 \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1 + K)^{n-t} = 990.000 \cdot 1,1^2 + 121.000 \cdot 1,1^1 + 415.272 = 1.746.272 \quad (8)$$

Es decir, el inversor, supuesto que puede reinvertir al 10% las generaciones de fondos del proyecto (lo que es lógico, ya que suponemos que hay alternativas que rinden eso), podrá obtener, al final del tercer año, la misma cifra que si hubiera poseído, en el momento inicial, la suma del VAN más el DI, y hubiera invertido dicha suma al 10%. Luego el emprender la inversión permite llegar a una riqueza final equivalente a tener hoy DI + VAN.

Veamos ahora el sentido de la TRI: lo que este criterio nos dice es que al desembolso inicial (un millón), el proyecto le obtiene un 32% de rentabilidad. Analicemos con el mismo instrumento esta afirmación, para lo que construimos el cuadro 2.

Año	Capital inicial	Capital final	Fondos retirados	Fondos reinvertidos
1	1.000.000	1.320.000	990.000	330.000
2	330.000	435.600	121.000	314.600
3	314.600	415.272	415.272	0

Cuadro 2

La confección del cuadro sigue la misma lógica que el anterior. Así, el millón de euros del que se parte se convertirá al final del primer año, supuesta una rentabilidad del 32%, en 1.320.000. Si retiramos 990.000 en ese momento, quedarán invertidos 330.000, que es la cifra de la que se parte el segundo año. Aplicando la misma lógica durante los años siguientes, vemos que al retirar 415.272 al término del tercer año, el proyecto queda saldado, con lo que, efectivamente, se ha obtenido el 32% a la inversión inicial (1.000.000).

Como puede verse, es cierto que el dinero que queda invertido dentro del proyecto rinde el 32%: los fondos reinvertidos cada año aumentan su valor en dicha tasa, y la generación de fondos retirada el último año coincide con la inversión pendiente dentro de la empresa. Pero para que el accionista pueda obtener a su inversión un rendimiento del 32%, es necesario que pueda reinvertir sus generaciones de fondos en el mercado a ese tipo (si no desea consumir al mismo ritmo al que se liberan los fondos en el proyecto). Comprobemos cómo, efectivamente, si reinvierte a ese tipo las generaciones de fondos, el valor capitalizado de la inversión inicial coincide con el valor final de las generaciones de fondos (ambas al 32%):

$$DI \cdot (1 + TRI)^n = 1.000.000 \cdot (1 + 0,32)^3 = 2.299.968 \quad (9)$$

$$\sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1 + TRI)^{n-t} = 990.000 \cdot 1,32^2 + 121.000 \cdot 1,32^1 + 415.272 = 2.299.968 \quad (10)$$

Veamos ahora la rentabilidad realmente obtenida al final de su inversión por un accionista que decidiera no consumir las generaciones de fondos al ritmo en que salen del proyecto, considerando ahora una hipótesis más lógica, que supondría reinvertir al tipo de mercado (10%) las mencionadas generaciones de fondos:

$$\text{Valor final} = VF = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1 + K)^{n-t} = 990.000 \cdot 1,1^2 + 121.000 \cdot 1,1^1 + 415.272 = 1.746.272 \quad (8)$$

$$DI = \frac{VF}{(1 + R)^3} \rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{VF}{DI}} - 1 = \sqrt[3]{\frac{1.746.272}{1.000.000}} - 1 = \sqrt[3]{1,746272} - 1 = 0,20421 \rightarrow 20,42\% \quad (11)$$

Esto nos indica hasta qué punto es “verdad” la información que nos dan los dos criterios: el VAN nos dice el incremento de riqueza aportado por el proyecto, y esto es “estrictamente cierto”, ya que cualquier inversor en el mercado estaría dispuesto a pagar por asumir el proyecto un valor igual a  $DI + VAN$  (tal como hemos visto). Sin embargo, la TRI nos dice cuál es la rentabilidad del proyecto, y esto es cierto, pero debe siempre ser matizado: nos dice lo que rinde el dinero que “está dentro del proyecto”. Es decir, nada nos dice (ni garantiza) respecto de lo que ocurre con el dinero que sale de él. Esto tiene una importancia crucial, ya que hace que tampoco sean comparables dos proyectos con la misma TRI, en la medida en que ambos liberen los fondos a ritmos distintos. Veámoslo con otro sencillo ejemplo.

Sean dos proyectos de inversión excluyentes, ambos con una TRI igual al 25%. El coste de los fondos en el mercado es el 10%, por lo que los dos serían interesantes (tanto por el VAN como por la TRI). Sus perfiles de tesorería, así como los VANes y TRIes correspondientes, son los que se presentan en la figura 5.

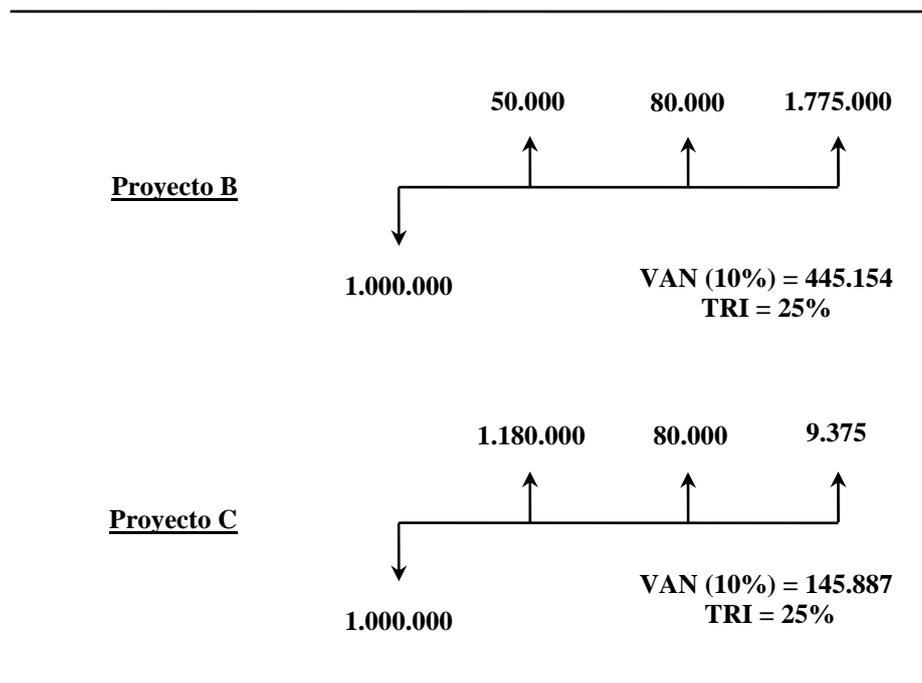


Figura 5

Es evidente que “si le preguntamos a la TRI” qué es lo que debemos hacer, ésta nos dirá que es indiferente afrontar un proyecto u otro (ya que rinden lo mismo). Sin embargo, el sentido común nos dice que ambos proyectos no son indiferentes. Y el VAN, que tiene mucho que ver con el sentido común, también lo detecta.

Efectivamente, el proyecto C libera los fondos “demasiado pronto”, rinde el 25%, sí, pero, para una buena parte del dinero, “durante menos tiempo”. Y esto es correctamente detectado por el VAN. El lector puede razonar esto mismo en valores finales: supongamos que reinvertimos los fondos que salen de los proyectos al 10%. Si hemos optado por B tendremos:

$$\text{Valor final (B)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1 + K)^{n-t} = 50.000 \cdot 1,1^2 + 80.000 \cdot 1,1^1 + 1.775.000 = 1.923.500 \quad (12)$$

Si lo hemos hecho por C:

$$\text{Valor final (C)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1+K)^{n-t} = 1.180.000 \cdot 1,1^2 + 80.000 \cdot 1,1^1 + 9.375 = 1.525.175 \quad (13)$$

Sobre todo esto, más de uno estará pensando: ¿y qué sucede si yo preveo conseguir un tipo de reinversión superior al 10%? La respuesta es clara: no pasa nada, eso no afecta realmente a esta decisión. Si vamos a poder invertir en el futuro al 20% (por ejemplo), ya invertiremos, pues será una decisión interesante, independientemente de que ahora opte por un proyecto o por otro<sup>4</sup>. La decisión de inversión futura es independiente de la decisión actual.

El problema del distinto tipo de reinversión implícito en los dos criterios es también el que está detrás del problema de las “discrepancias VAN–TRI” (que, de alguna manera, aparecía también en el ejemplo anterior). En finanzas, entendemos que se produce este problema cuando a la hora de elegir entre dos proyectos, el VAN prefiere uno y la TRI prefiere el otro. Puede verse el problema intuitivamente a través de un razonamiento gráfico. Para ello, es preciso definir un concepto nuevo, el “perfil del VAN” de un proyecto, que consiste en la representación gráfica de la evolución del VAN ante cambios en el tipo de descuento utilizado.

Supongamos dos nuevos proyectos alternativos, cuyos perfiles de tesorería son los que se presentan en la figura 6 (junto con las dos medidas propuestas para el análisis de su interés), siendo el coste de los fondos el 10%.

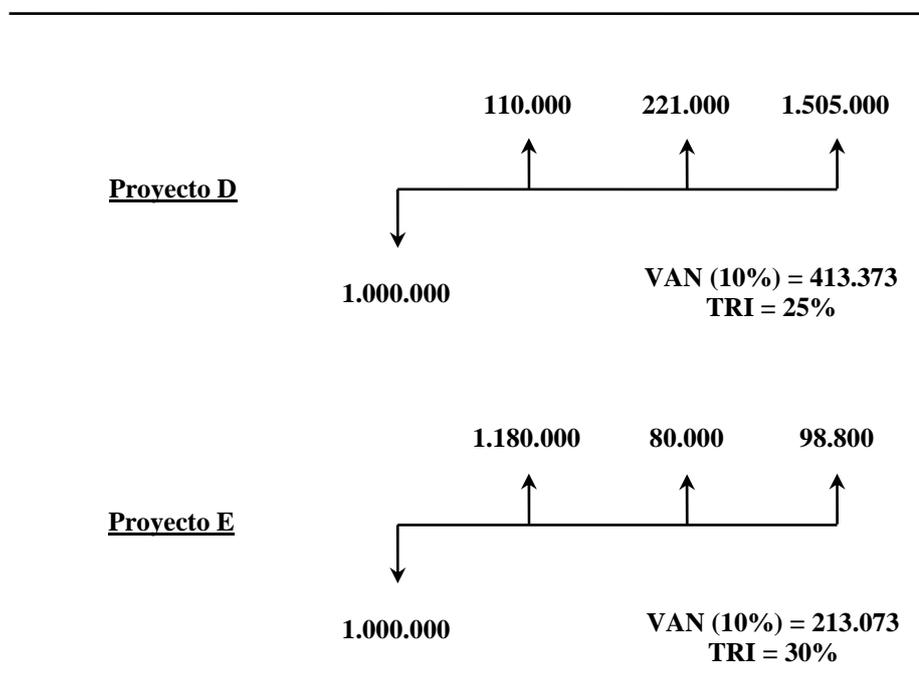


Figura 6

<sup>4</sup> No entraremos ahora en la posibilidad de que haya fondos limitados o de que cambie el coste de los fondos en el futuro. Luego diremos algo de esto.

En el ejemplo anterior, los perfiles del VAN de los dos proyectos propuestos serían los que se presentan en el cuadro 3, y su representación gráfica aproximada es la que aparece en la figura 7.

Proyecto / K	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Proyecto D	605.291	413.373	252.322	116.088	0	-99.590	-185.561
Proyecto E	281.719	213.073	151.541	96.065	45.786	0	-41.874

Cuadro 3

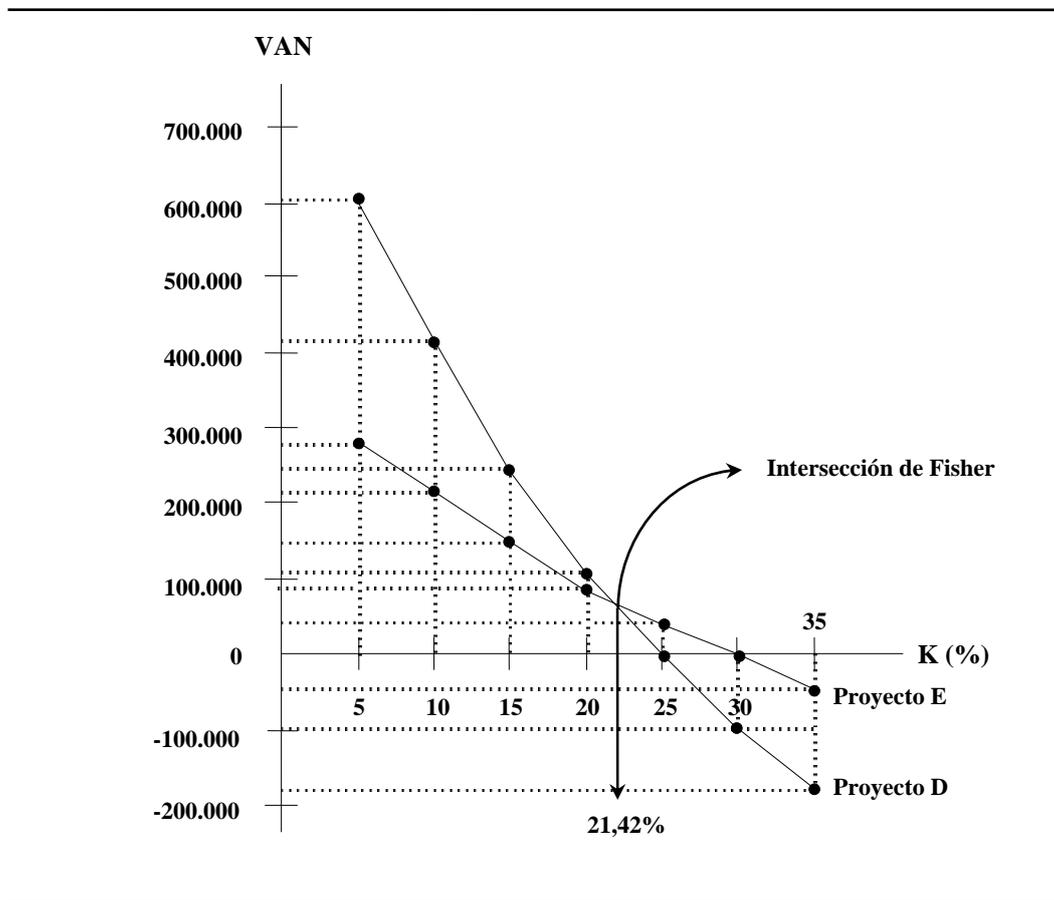


Figura 7

El punto de corte de los dos perfiles se llama “intersección de Fisher”, y a la tasa de descuento correspondiente se le llama “tasa de retorno sobre el coste de Fisher”. El problema radica en que, si el tipo de descuento está a la izquierda de dicha tasa, el VAN prefiere un proyecto (el D en nuestro caso) y la TRI apunta al otro (E), mientras que la discrepancia desaparece si K está a la derecha de dicho punto. Intuitivamente, puede entenderse esta idea de la siguiente forma: dado que, como hemos dicho, la discrepancia viene dada por el tipo implícito

de reinversión, en la medida en que  $K$  se acerque a las TRI de los proyectos, el problema tenderá a desaparecer, al parecerse más las tasas implícitas de reinversión de ambos criterios. Por otro lado, puede entenderse también el problema analizando el ritmo de recuperación de los fondos que se produce en ambos proyectos: efectivamente, la pendiente del perfil del VAN de cada proyecto tiene que ver con el ritmo de recuperación de la inversión (así, los proyectos que liberen pronto los fondos verán afectado su VAN ante cambios en el tipo de descuento  $K$  en menor medida que aquellos que lo hagan más tarde, pues estos últimos se ven más afectados al utilizar una mayor tasa de descuento).

El problema puede resolverse de diversas maneras. Así, una primera forma de hacerlo es simplemente observar la lógica implícita de ambos criterios, lo cual nos llevaría directamente a “hacer caso” a lo que dice el VAN. Pero también podemos llegar a esta conclusión por otros caminos.

Una posibilidad sería razonar a través del proyecto diferencia. Supongamos que el inversor decide en términos de TRI, con lo que elegirá el proyecto E. Pensemos ahora que en el mercado existe un proyecto cuyas generaciones de fondos coinciden con las correspondientes a la diferencia entre los dos proyectos originales (y que calculamos como diferencia D-E; supóngase que este proyecto no es incompatible con E). Su perfil de fondos sería el que aparece en la figura 8.

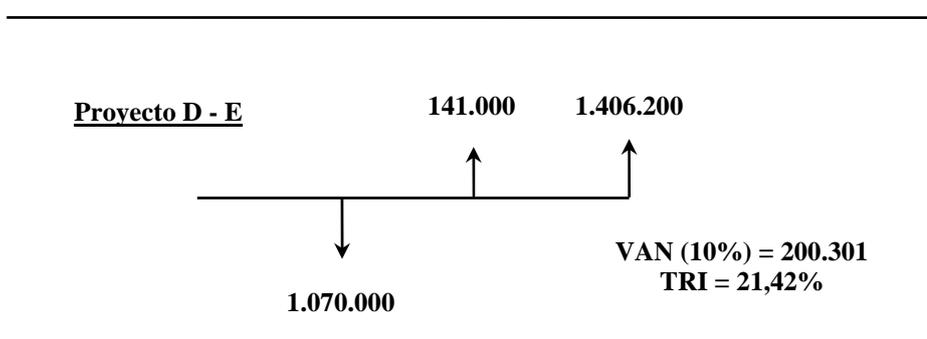


Figura 8

El perfil del VAN del proyecto propuesto sería el que aparece en el cuadro 4, y su representación gráfica se presenta en la figura 9.

Proyecto / K	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Proyecto D-E	323.572	200.301	100.781	20.023	-45.786	-99.590	-143.687

Cuadro 4

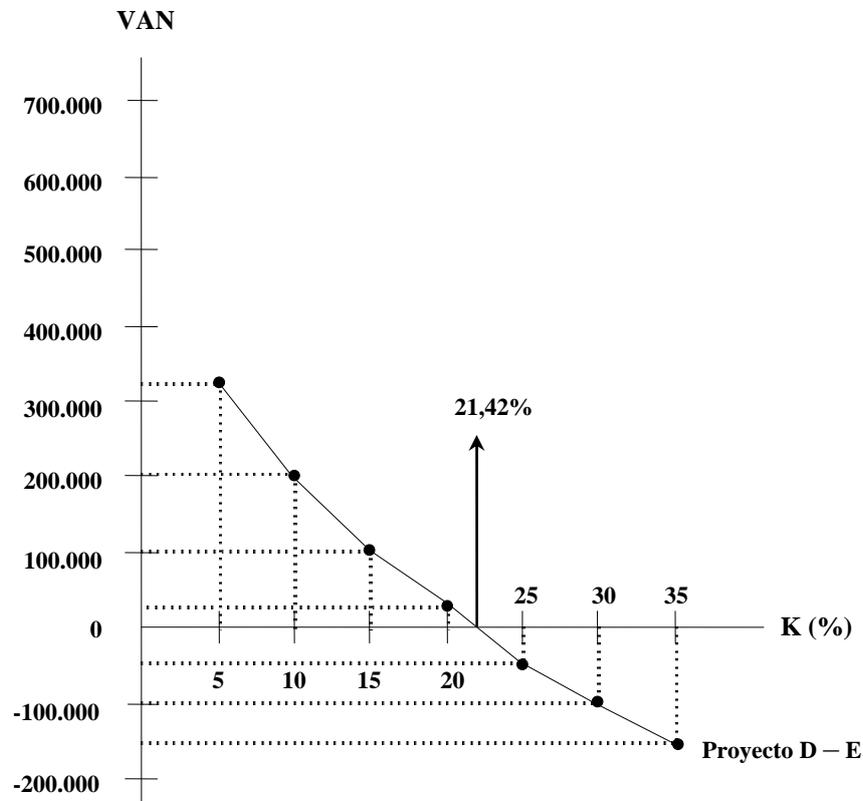


Figura 9

Puede verse fácilmente que si el coste de los fondos es, tal como habíamos supuesto, el 10%, el nuevo proyecto es interesante, tanto por el VAN como por la TRI. Y es que la TRI del proyecto diferencia coincide necesariamente con la tasa de retorno sobre el coste de Fisher (dado que la diferencia de perfiles de la figura 7 ha de ser el perfil del proyecto diferencia –figura 9–, que se hace cero para la tasa de Fisher). Dado que, para que exista discrepancia, el coste de los fondos debe ser inferior a dicha tasa, la TRI del proyecto diferencia D–E será superior al coste de los fondos. Ello nos llevaría, razonando con la TRI, a aceptar E en un primer paso, y D–E en uno posterior. Con todo lo cual, llegamos a una situación idéntica a aceptar D (ya que  $E + (D-E) = D$ ), que es lo que desde un principio nos indica el VAN<sup>5</sup>.

Otra forma de resolver la discrepancia VAN–TRI sería razonar en función de la TRI, pero “correctamente” calculada. Es lo que se conoce con el nombre de “TRI modificada”. Lo que propone este criterio es calcular la TRI de un proyecto, supuesta la reinversión de las generaciones de fondos al tipo de mercado K (esto es lo que hacíamos en la fórmula 11, cuando analizábamos el primer ejemplo –empresa A–). Veamos la aplicación de esta idea al ejemplo que ahora nos ocupa:

<sup>5</sup> Puede suceder que haya varias intersecciones de Fisher, con lo que el análisis de la TRI del proyecto diferencia se complica.

$$\text{Valor final (D)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1+K)^{n-t} = 110.000 \cdot 1,1^2 + 221.000 \cdot 1,1^1 + 1.505.000 = 1.881.200 \quad (14)$$

$$DI = \frac{VF}{(1+TRIM)^3} \rightarrow TRIM = \sqrt[3]{\frac{VF}{DI}} - 1 = \sqrt[3]{\frac{1.881.200}{1.000.000}} - 1 = \sqrt[3]{1,881200} - 1 = 0,2345 \quad (15)$$

$$TRIM(D) = 23,45\%$$

$$\text{Valor final (E)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1+K)^{n-t} = 1.180.000 \cdot 1,1^2 + 80.000 \cdot 1,1^1 + 98.800 = 1.614.600 \quad (16)$$

$$DI = \frac{VF}{(1+TRIM)^3} \rightarrow TRIM = \sqrt[3]{\frac{VF}{DI}} - 1 = \sqrt[3]{\frac{1.614.600}{1.000.000}} - 1 = \sqrt[3]{1,614600} - 1 = 0,1732 \quad (17)$$

$$TRIM(E) = 17,32\%$$

Esta forma de razonar supone, implícitamente, convertir un proyecto multiperiodo en otro uniperiodo: efectivamente, lo que se está suponiendo en el razonamiento es que hay sólo dos momentos relevantes, uno en el que se invierte, y otro en el que se recogen los frutos de la inversión. Puede verse claramente que en este caso desaparecerían las discrepancias VAN–TRI: cuando un proyecto sea preferido por el VAN lo será también por la TRI. La razón es clara: ha desaparecido la causa que motivaba la posible discrepancia, la hipótesis de reinversión a tipos diferentes. Puede verse todo ello en la figura 10.

Podemos también aquí ver la relación de lo anterior con la teoría de cartera de Markowitz. Efectivamente, tal como decíamos antes, tanto la propia teoría de cartera como los modelos que de ella se derivan (entre los que podemos destacar el Capital Asset Pricing Model, CAPM), parten del estudio de las rentabilidades (es decir, se apoyan en el criterio TRI como base para la toma de decisiones): no es que este criterio sea superior al VAN, pero sí es más intuitivo. Y si la inversión se supone en un solo periodo al comienzo del cual se invierte, recogiénose al final los resultados totales (lo cual es, precisamente, una de las hipótesis de partida de la teoría de cartera), los problemas analizados en este apartado desaparecen, al no tener sentido hablar de “reinversión” de los flujos generados por la inversión.

Para terminar, podríamos hablar de la posibilidad de que las tasas de descuento (coste de los fondos) sean diferentes los distintos años de vida de la inversión. Para el VAN esto no es problema, pues basta con utilizar tipos de descuento diferentes:

$$\text{VAN} = -\text{DI} + \frac{\text{GF}_1}{(1 + K_1)} + \frac{\text{GF}_2}{(1 + K_1) \cdot (1 + K_2)} + \dots \quad (18)$$

Con la TRI, el problema se complica, y dejamos al lector la posibilidad de razonar sobre ello. Aunque lo mejor es olvidarse de la TRI en este caso, y razonar sobre el VAN.

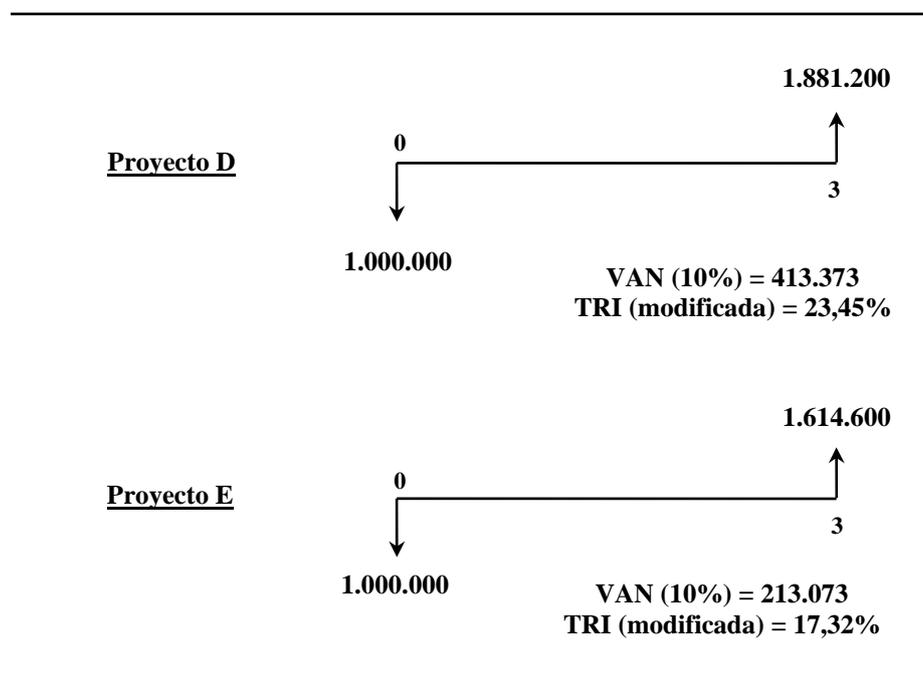


Figura 10

#### 4. La TRI y el tamaño de la inversión

Otro problema importante que presenta la TRI consiste en que para que pueda ser utilizada como criterio para elegir entre varios proyectos, éstos deben tener el mismo desembolso inicial, aspecto que no es relevante en el caso del VAN (bajo el supuesto de que no hay limitación de fondos, es decir, de que existen fondos disponibles suficientes para afrontar éstos o cualquier otro proyecto a disposición del accionista). Este problema puede intuirse claramente con un ejemplo algo caricaturizado.

Supongamos dos proyectos de inversión interesantes y excluyentes, pero con desembolsos radicalmente distintos. Sus perfiles de tesorería, junto con sus correspondientes VANes y TRI, se presentan en la figura 11 (supuesto un tipo de mercado  $K=10\%$ ).

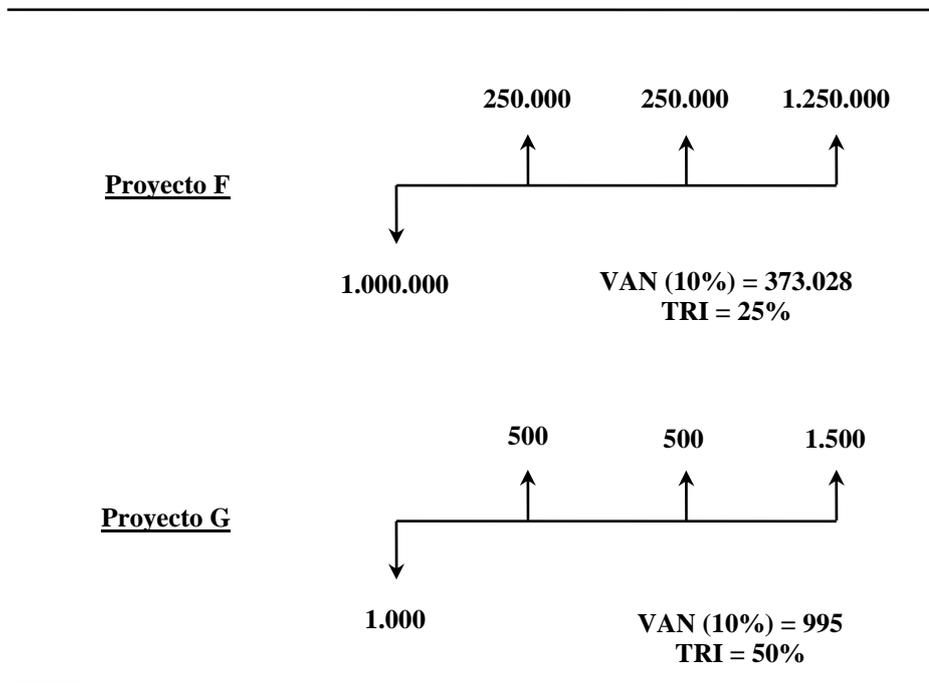


Figura 11

La TRI nos indica que elijamos el proyecto G, mientras que el sentido común nos dice que es mejor el proyecto F. También en esta ocasión el VAN nos lleva a la conclusión coherente con el sentido común, ya que nos indica el camino para maximizar la riqueza del accionista<sup>6</sup>.

Alguien puede plantearse que a los 1.000 euros del proyecto G se les obtiene una alta rentabilidad, por lo que, si hay fondos escasos, puede ser interesante. Para ver que esto no es lógico, pensemos en que sólo existen estos dos proyectos accesibles para la empresa, y supongamos que nuestros accionistas nos pueden dar un millón para invertir (en caso contrario no hay discusión posible). Si invertimos en F, el valor final será (suponiendo reinversiones al 10%):

$$\text{Valor final (F)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1+K)^{n-t} = 250.000 \cdot 1,1^2 + 250.000 \cdot 1,1^1 + 1.250.000 = 1.827.500 \quad (19)$$

Si invertimos en G:

$$\text{Valor final (G)} = \sum_{t=1}^n GF_t \cdot (1+K)^{n-t} = 500 \cdot 1,1^2 + 500 \cdot 1,1^1 + 1.500 = 2.655 \quad (20)$$

<sup>6</sup> También podría estudiarse el proyecto diferencia, con iguales conclusiones.

a lo que habrá que añadir 999.000 que han quedado en manos de los accionistas, y que invertirán al 10%:

$$999.000 \cdot 1,1^3 = 1.329.669 \quad (21)$$

lo que hace un total de  $2.655 + 1.329.669 = 1.332.324$ , muy inferior a 1.827.500.

Suponiendo fondos escasos, el criterio correcto es buscar el mayor VAN posible con los fondos de que se dispone. Pero considere el lector que la situación de fondos escasos no es tan frecuente como parece; sobre todo si las empresas pueden acudir al mercado de capitales.

## 5. El problema de la inconsistencia de la TRI

Se trata ahora de un problema que parece tener que ver únicamente con el cálculo de las dos medidas del interés de un proyecto de inversión, pero que, sin embargo, tiene también importantes implicaciones financieras. En el caso de la TRI, ésta se calcula resolviendo una ecuación de grado n. Por la regla de los signos de Descartes, pueden existir tantas raíces reales positivas como cambios de signo haya en el polinomio ordenado. Luego el problema sólo debe preocuparnos cuando haya más de un desembolso que hacer en el proyecto de inversión, y no en todos los casos. Veámoslo con un sencillo ejemplo.

Supongamos un proyecto de inversión con un perfil de tesorería como el que aparece en la figura 12 (en la que se ofrecen también los resultados de calcular el VAN y la TRI correspondientes, supuesto un tipo de mercado  $K=10\%$ ).

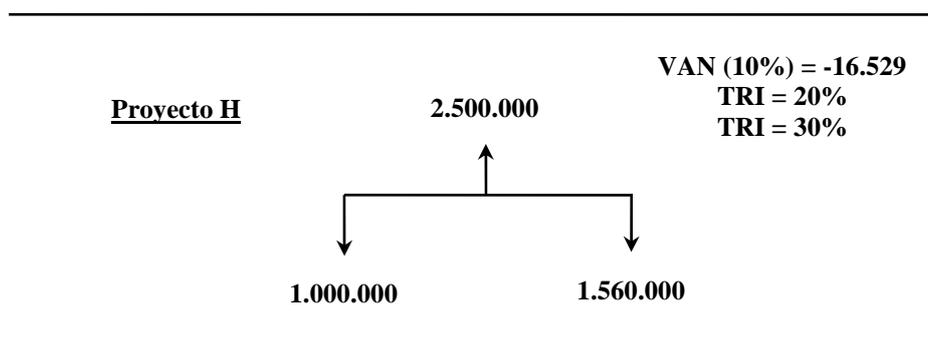


Figura 12

Un proyecto como el propuesto podría corresponder a una inversión en la que se nos ofrece la posibilidad de extraer mineral de un terreno, pero con la obligación de dejarlo en buen estado al final del proyecto. En nuestro ejemplo, es necesario realizar un desembolso inicial de un millón de euros para poder explotar el negocio, obteniendo de él 2.500.000 euros al final del primer

año. Una vez extraído el mineral, debemos desembolsar un importe de 1.560.000 para dejar el terreno en buenas condiciones.

Al calcular la TRI, vemos que la solución es múltiple. Esto no afecta al VAN, que nuevamente nos lleva a una única solución. Sin embargo, la raíz del problema afecta también al VAN. Y es que el problema está en el propio comportamiento del proyecto, que para unos tipos de descuento se comporta como inversión, mientras que para otros lo hace como financiación. Esto puede intuirse a la vista del perfil del VAN del proyecto, que presentamos en el cuadro 5, y, gráficamente, en la figura 13.

Proyecto / K	0%	10%	20%	25%	30%	40%
Proyecto H	-60.000	-16.529	0	1.600	0	-10.204

Cuadro 5

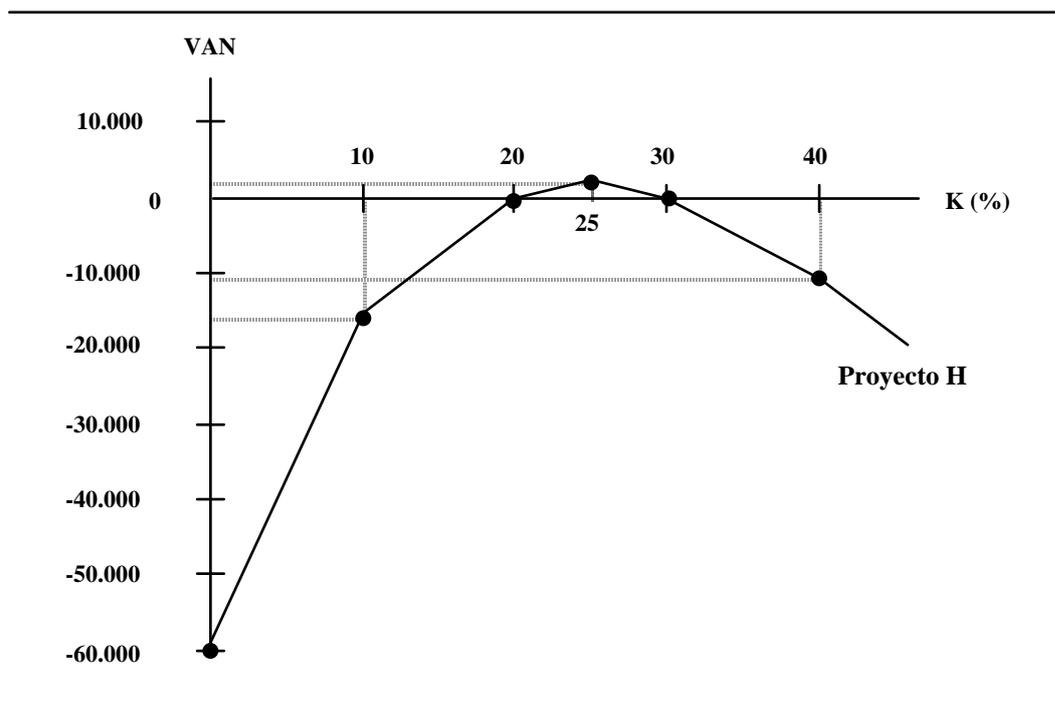


Figura 13

Para tipos superiores al 25%, el proyecto actúa como inversión (en el sentido de que su perfil es decreciente, es decir, su interés es tanto menor cuanto mayor sea el tipo de interés alternativo en el mercado), mientras que para tipos inferiores, el proyecto se comporta como financiación (entendiendo como tal que su perfil es creciente, lo cual es típico de los proyectos de financiación, que serán tanto más interesantes cuanto mayor sea el coste de otras fuentes alternativas en el mercado). Intuitivamente puede verse de la siguiente manera: para tipos de descuento altos, la salida del segundo año pierde importancia relativa (al verse relativamente

lejos) y el proyecto es básicamente una inversión; pero para tipos bajos, se acentúa la importancia de la parte cuantitativamente más grande del proyecto (segundo y tercer flujos), por lo que predomina el carácter de financiación.

Al margen del problema de cálculo que la TRI plantea, la solución a este problema radica en tener el máximo cuidado a la hora de definir el tipo de descuento  $K$ , ya que, dependiendo de cuál sea éste, el proyecto puede, también por el VAN, ser aceptado o rechazado. En cualquier caso, el VAN presenta la ventaja de que da una respuesta única y correcta.

## 6. El problema de no aditividad de la TRI

Cuando tenemos que analizar conjuntos de proyectos, el VAN presenta la ventaja de que los VANes de cada uno de ellos son sumables, cosa que no ocurre con sus TRIs. Efectivamente, el VAN de la suma de dos proyectos X e Y es igual a la suma de sus VANes separados, mientras que la TRI del conjunto se obtiene sumando las generaciones de fondos y calculando la rentabilidad correspondiente<sup>7</sup>. Veámoslo nuevamente con un sencillo ejemplo.

Sean dos proyectos de inversión, I y J, con los perfiles de tesorería que aparecen en la figura 14 (en la que se ofrece también el correspondiente a la suma de ambos, I+J, junto con los resultados de calcular el VAN y la TRI de todos ellos, supuesto un tipo de mercado  $K=10\%$ ).

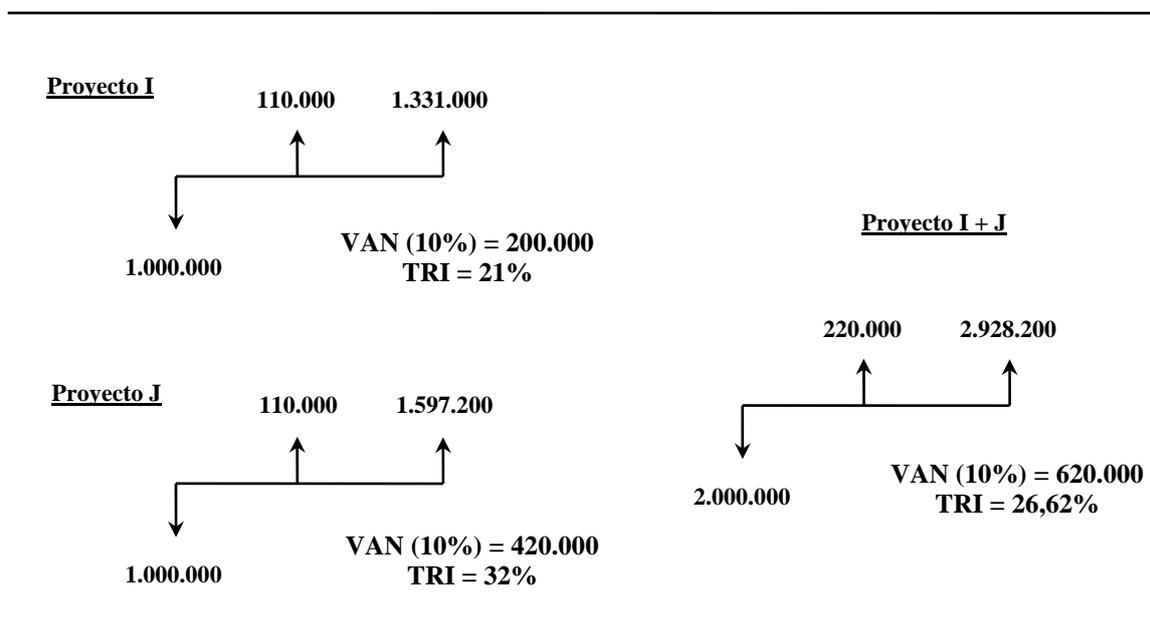


Figura 14

<sup>7</sup> El problema que está detrás es nuevamente el de la reinversión implícita, ya que las TRIs de los dos proyectos serían promediables si las proporciones de inversión que quedan dentro de los proyectos se mantuvieran a lo largo de la vida de ambos.

El lector puede comprobar cómo el VAN del proyecto conjunto coincide con la suma de los VANes calculados para cada proyecto por separado. Pero la TRI del conjunto no coincide con la media ponderada de las obtenidas en cada uno de ellos por separado, si damos un peso del 50% a los valores correspondientes, apoyándonos en que ambos tienen desembolsos iguales (lo que nos llevaría a una TRI media del 26,5%).

Ello se debe a que dichas proporciones no se mantienen a lo largo de la vida de los proyectos, lo cual queda de manifiesto en el ejemplo propuesto en la figura 15, que sí cumple con esta condición (tal como puede comprobar el lector, aplicando la metodología propuesta en el cuadro 2).

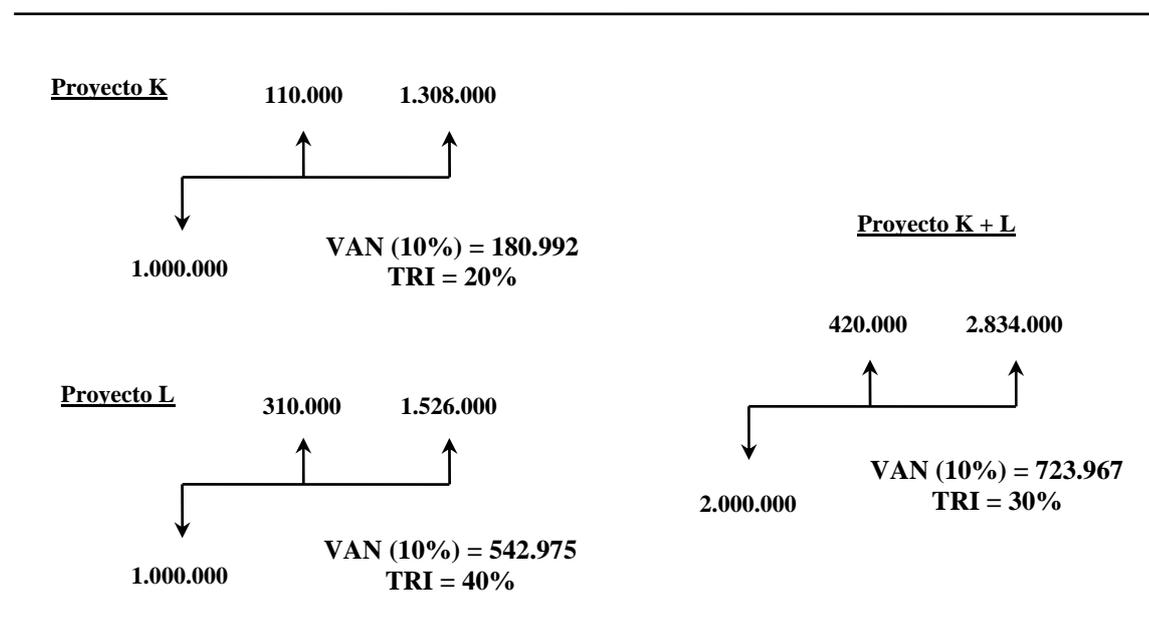


Figura 15

## 7. Una supuesta ventaja de la TRI: la no necesidad de calcular la tasa de descuento K

Esta es una ventaja que suele apuntarse en favor de la TRI: para su cálculo no es necesario conocer el tipo de descuento K, que en la realidad es uno de los términos más difíciles de estimar. Y es cierto. Pero para que la TRI tenga alguna utilidad, no tenemos más remedio que compararla con el rendimiento que podría obtenerse en la mejor de las alternativas perdidas. Es decir, que para decidir en función de la TRI necesitamos conocer también el tipo K (coste de oportunidad, o coste de los fondos), con lo que es evidente que la supuesta ventaja en favor de la TRI no existe.

Con todo, hay personas que siguen viendo en lo anterior alguna ventaja a favor de la TRI. Para tratar de despejar algunas dudas, comentaremos el siguiente ejemplo: supongamos que sabemos que la K ronda el 10% (aunque no la hemos calculado con exactitud), y tengo proyectos que rinden un 80% y un 90%, respectivamente. Si se trata de aceptarlos o rechazarlos, parece claro que ambos son aceptables; y a la misma conclusión hubiera llegado (suponiendo proyectos normales) calculando el VAN al 15% (para cubrirme un poco con un tipo algo más alto, ya que no estoy seguro de que sea el 10%). Pero alguien puede pensar que si se trata de escoger entre ambas, no necesito la K, y cogeré el de mayor TRI. Ya hemos visto que esto puede llevarnos a soluciones incorrectas. Luego se confirma que, al final, siempre necesito una estimación, al menos aproximada, de K.

## 8. Algunas conclusiones

A la vista de todo lo anterior, es claro que el criterio TRI presenta multitud de problemas frente al VAN, siendo su única ventaja su mayor “intuitividad”. Es evidente que es más fácil explicar el significado de este criterio, frente al VAN, que conceptualmente requiere un pequeño esfuerzo adicional.

Sin embargo, los criterios propuestos nacen para la toma de decisiones en el mundo real, y no puede esta razón ser la que justifique la utilización de un criterio, siendo conscientes de los problemas teóricos que plantea. Por otro lado, conviene resaltar aquí el hecho de que el VAN indica exactamente en qué medida se cumple con el objetivo financiero de la empresa (que es maximizar su valor en el mercado).

También es cierto que algunos de los problemas apuntados para la TRI no tienen, en muchas ocasiones, por qué producirse en la realidad (como el problema de inconsistencia; también el problema de aditividad puede tener, en muchos casos, una importancia relativa menor), por lo que tampoco conviene “dramatizar” el problema en exceso. La TRI es también un buen criterio de decisión, que se apoya en el flujo de fondos, frente a criterios más primitivos, apoyados en el beneficio, y considera el valor del dinero en el tiempo y el riesgo. Pero su uso indiscriminado puede, en ocasiones, llevar a decisiones equivocadas, lo que significaría asignar de una manera incorrecta los recursos (lo cual es importante, no sólo para la empresa en concreto, sino para la economía en su conjunto). Es por ello que nuestro consejo sería razonar siempre en términos de VAN, y, si el destinatario de la información prefiere hacerlo en términos más intuitivos, presentar los resultados con los dos criterios. Sólo esperamos, a la vista de todo lo anterior, que si albergaba usted alguna duda sobre la conveniencia de utilizar uno u otro criterio, ésta haya desaparecido definitivamente. Convéznase, y convénza a su entorno: por derecho propio, el VAN es “el criterio de decisión”.