

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE FLUJOS DE INVERSIÓN: MITOS Y REALIDADES

Roberto Solé Madrigal ¹

CONTENIDO

Resumen	423
Abstract	424
Introducción	424
Técnicas de Evaluación	425
Rentabilidad Contable (RC)	425
Período de Recuperación (PR)	426
Valor Actual Neto (VAN)	428
Tasa Interna de Retorno (TIR)	429
Valor Actual Neto versus Tasa Interna de Retorno	429
Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	436
Valor Actual Neto Equivalente (VANE)	438
Índice de Rentabilidad (IR)	439
Conclusiones	440
Referencias Bibliográficas	441

RESUMEN

Siendo que el objetivo principal en la evaluación de proyectos es el de comparar los beneficios (ahorros netos) proyectados con su correspondiente flujo de inversión, a través de las últimas décadas se ha hecho cada vez más imperioso, poder contar con técnicas de evaluación consistentes que permitan al evaluador financiero claramente interpretarlas hacia una decisión acertada. Administradores, financieros y economistas se han abocado a desarrollar y/o a perfeccionar dichas técnicas, pero muchos de esos esfuerzos han sido en vano, pues se ha ignorado que algunas de ellas

1. Magister Scientiae (M.Sc.) con énfasis en Banca y Finanzas en 1997 y sus Licenciaturas en Administración de Negocios con énfasis en Dirección de Empresas - Finanzas y también en Contabilidad en 1991, todo en la Universidad de Costa Rica. Es profesor de la misma Universidad desde hace más de 15 años impartiendo los cursos Preparación y Evaluación de Proyectos, y Nivelatorios de Finanzas I

y II para el Programa de Posgrado en Administración y Dirección de Empresas, así como Coordinador Profesor de diversos cursos del Área de Finanzas de la Escuela de Administración de Negocios. Durante ese tiempo ha complementado su formación académica y docente, con la práctica gerencial, laborando para diversas compañías multinacionales como Gerente Financiero. ROBERTO.SOLE@ucr.ac.cr

proviene de estructuras netamente matemáticas, cuyas interpretaciones financieras carecen de sentido, tal y como se demostrará en esta investigación.

Como el lector lo verá a lo largo de este artículo, y aunque algunas técnicas presentan algunas mejores bondades que otras al evaluar rentabilidades en los flujos de inversión o en los proyectos, está claro que no existe una única técnica capaz de resolver satisfactoriamente todos los problemas que se presentan en la práctica, lo cual será demostrado mediante enfoques matemático-financieros. Ciertamente algunas métricas se complementan unas con otras, y deberán ser utilizadas según el contexto del proyecto que se esté evaluando.

PALABRAS CLAVES: EVALUACIÓN DE PROYECTOS, VAN, TIR

ABSTRACT

Being that the main objective of project evaluation is to compare the projected benefits (net savings) with their corresponding investment cash flow, during the last decades it has become increasingly imperious to count on consistent evaluation methodologies that allow the financial evaluator to clearly interpret them for a correct decision. Administrators, financial experts and economists have made efforts to develop and/or perfect these methodologies, but many of those efforts have been in vain, because it has been ignored that some of them come from purely mathematical structures, whose financial interpretations lack any sense, as is demonstrated in this investigation.

As the reader will see along this article, and although some techniques presents some best virtues than the others evaluating returns in the investment cash flows or in the projects, is clear that no exist a unique technique capable of resolve satisfactorily all problems that occur in practice, which it will be shown through approaches mathematical-financial. Certainly some metrics are complementary with each other, and must be used in the context of the project that is being measured.

KEY WORDS: PROJECT EVALUATION, NPV, IRR

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, se han desarrollado una serie de criterios o técnicas de evaluación, sobre las cuales posteriormente se abordarán en sus pros y contras y tomando en cuenta el contexto de dichas aplicaciones, todo lo cual ha permitido al autor poder concluir acerca de sus mitos y realidades.

Esta investigación se ha basado en la utilización de las técnicas de evaluación de proyectos para el análisis de sus flujos de efectivo, es decir, sin considerar situaciones de incertidumbre, bien sea a través de simulaciones o modelos probabilistas para sensibilizar dichos flujos, o bien análisis de Opciones Reales en función de la flexibilidad operativa en las inversiones, todo lo cual no es objeto de estudio de esta investigación. Asimismo, y como se ha escrito bastante sobre métricas de evolución de proyectos, he escogido para referenciar esta investigación a algunos autores o textos de los más relevantes por razones de preferencia teórica, no obstante que otros son muy conocidos y muy respetables igualmente.

Finalmente, dada la naturaleza del tema, y con el fin de darle precisamente un sentido secuencial al análisis y a las métricas acá abordadas, he omitido en este trabajo seguir una secuencia metodológica utilizando preludio, marco conceptual y metodología de la investigación.

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

Las técnicas sobre las cuales se ha basado esta investigación son:

- Rentabilidad Contable (RC)
- Período de Recuperación (PR)
- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)
- Valor Actual Neto Equivalente (VANE)
- Índice de Rentabilidad (IR)

RENTABILIDAD CONTABLE (RC)

La Rentabilidad Contable (RC) fue la primera en relacionar una rentabilidad anual esperada promedio (utilidad neta) con la inversión promedio del proyecto de inversión. Data de los inicios del Siglo XX, y se definió como:

$$RC = UNP / IP_0$$

donde:

UNP = Utilidad Neta Promedio

IP₀ = Inversión Promedio

La Utilidad Neta Promedio se obtenía sumando las utilidades contables de cada año y dividiendo dicha sumatoria entre el total de la vida del proyecto (o años del proyecto). Por su parte la Inversión Promedio se obtenía sumando el valor contable de las inversiones de cada año y dividiendo dicha sumatoria entre el total de vida del proyecto (o años del proyecto). Proyectos que superaban el porcentaje mínimo de rentabilidad exigido por la compañía, o bien a la RSI (Rentabilidad Sobre la Inversión) eran aceptados.

“Este método también se conoce como rentabilidad aproximada o como tasa de rendimiento contable. Su denominación obedece a que utiliza una terminología típicamente contable, y en definitiva es el método que mejor se ajusta a la información facilitada por la contabilidad”.² Es obvio y tal vez hoy podría resultar hasta irrisible, el pensar sobre cómo proyectos de inversión eran en su momento analizados bajo este criterio. No obstante y a pesar de todo, marcó el inicio de la dialéctica acerca de las técnicas y formas en que se podían evaluar los proyectos de inversión, e inició el campo sobre el cual muchos profesionales hoy nos desarrollamos tanto en la Academia como en el ámbito empresarial.

Para la época en que ésta medida se desarrolló, la Utilidad Neta era vista como sinónimo de fondos disponibles y casi que del efectivo. No obstante, problemas de flujos de caja tanto en las empresas como en los proyectos mismos al ejecutarlos (a pesar de contar con “altas” utilidades contables), empezaron a develar ciertas debilidades que hoy vemos como obvias:

- Considera utilidades contables y no flujos de caja o efectivo
- Supone que es indiferente recibir dichas utilidades contables o realizar dichas inversiones a través del tiempo (pues considera un promedio), lo cual contraviene uno de los principios fundamentales básicos en las finanzas acerca del valor del dinero en el tiempo, asigna igual importancia a los fondos del primer año con los del año n

2 Ketelhöhn, Werner, Marín, José Nicolás y Montiel, Eduardo. *Inversiones: Análisis de inversiones estratégicas*. Primera Edición. (Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma, 2006), pág. 55.

PERÍODO DE RECUPERACIÓN (PR)

Dadas las debilidades de la RC, surgió hacia la primera mitad del Siglo XX el Período de Recuperación (PR) como una forma de evaluar los proyectos y evitar así algunas debilidades. Este criterio determina el número de períodos necesarios que se tarda en recuperar la inversión inicial, o bien sus equivalentes de efectivo en tiempo cero. Compara el resultado con el número de períodos máximos aceptables o definidos por la empresa y su criterio de aceptación del proyecto será si el PR calculado es menor que el período máximo establecido por la empresa, de lo contrario el proyecto financieramente se rechaza. Según esta técnica, las mejores inversiones son aquellas que tienen los PR más cortos.

Si los flujos de efectivo son iguales y consecutivos, se define como:

$$PR = I_0 / FC$$

donde:

I_0 = Inversión Inicial

FC = Flujos de Caja anuales

Por ejemplo, si la inversión inicial (en tiempo cero) es de \$5.000 y los flujos de caja anuales de \$ 1.000 cada uno, entonces:

$$PR = 5.000 / 1.000 = 5 \implies 5 \text{ años}$$

es decir, en 5 años se recupera la inversión

“Cuando los flujos netos de efectivo no son iguales, el período de recuperación se calcula acumulando los flujos de efectivo sucesivos hasta que su suma sea igual a la inversión inicial. Cuando además de los desembolsos iniciales de inversión existen flujos negativos en los primeros años de la vida de un proyecto, el período de recuperación se determina por el tiempo que tarda en recuperarse o amortizarse la suma total de flujos negativos, incluyendo los desembolsos tanto por inversiones como por resultados de operación”.³

Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	4	5	6
Flujo A	-5,000	800	1,000	1,000	1,200	2,000	1,500

entonces el PR sería:

$$PR = 5.000 - 800 - 1.000 - 1.000 - 1.200 = 1.000 \implies 4 \text{ años, más ...}$$

$$1.000 / 2.000 = 0,50 \implies 6 \text{ meses}$$

es decir, en 4 años y medio se recupera la inversión

No obstante, tal y como se puede observar y a pesar de los usos que todavía esta técnica sigue teniendo en muchas corporaciones y empresas (definitivamente dada su facilidad de cálculo y de interpretación), la misma así como se presentó anteriormente, cuenta con una inicial debilidad:

No toma en cuenta la cronología de los distintos flujos de efectivo, y más bien los considera como si se tratara de flujos percibidos en el mismo momento de tiempo. Es decir, no considera el

³ Ibid, pág. 53.

valor del dinero en el tiempo, pues asigna igual importancia a los flujos generados en el primer año con los del año n

No obstante ésta aparente debilidad podría ser soslayada, descontando cada flujo a valor presente al costo de capital de la empresa o del proyecto (contemplando sus todos sus riesgos: del negocio, financiero y del entorno). “Bajo este enfoque, primero se descuentan los flujos de efectivo. Posteriormente, se debe preguntar cuánto tiempo se necesita para que los flujos descontados sean iguales a la inversión inicial”.⁴ El descuento se realiza mediante:

$$VP = VF (1 + d)^{-n} \text{ donde:}$$

VP = Valor Presente

VF = Valor Futuro

d = Costo de Capital

n = Tiempo

De esta forma, este PR (Modificado) tomaría en cuenta el valor del dinero en el tiempo, y así debería efectivamente ser utilizado en la práctica. De acuerdo al ejemplo anterior, si el costo de capital fuese 10 % anual, el PR Modificado se calcularía como:

FLUJO

Año	Original	Descontado
1	800	$800 (1 + 0,10)^{-1} = 727$
2	1.000	$1.000 (1 + 0,10)^{-2} = 826$
3	1.000	$1.000 (1 + 0,10)^{-3} = 751$
4	1.200	$1.200 (1 + 0,10)^{-4} = 820$
5	2.000	$2.000 (1 + 0,10)^{-5} = 1.242$
6	1.500	$1.500 (1 + 0,10)^{-6} = 847$

Entonces el PR Modificado sería:

$$PR = 5.000 - 727 - 826 - 751 - 820 - 1.242 = 634 \quad ==> \quad 5 \text{ años, más ...}$$

$$634 / 847 = 0,75 \quad ==> \quad 9 \text{ meses}$$

es decir, en 5 años y 9 meses se recupera la inversión (y no en 4 años y 6 meses)

Como se observó, el PR Modificado contempla el valor del dinero en el tiempo. No obstante, e independientemente de si es modificado o no, en ambos casos, no soluciona otro problema: no considera los flujos de caja obtenidos posteriores al período de recuperación, tal y como se observará. En la práctica, existen casos en los cuales los proyectos no necesariamente contienen flujos positivos de ahorro, sino también flujos de efectivo negativos o de salida, por lo que el PR podría entrar en problemas al decidir sobre la aceptación de un proyecto o no, o bien el rechazar un proyecto respecto a otro. Veamos el siguiente ejemplo (Dos proyectos A y B, la empresa acepta todos los proyectos con un PR < de 3 años):

4 Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jaffe, Jeffrey. *Finanzas Corporativas*. Octava Edición. (México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill, 2009), pág. 155.

FLUJOS DESCONTADOS

Año	Proyecto a	Proyecto b
0	(5.000)	(5.000)
1	200	1.000
2	(100)	5.000
3	2.000	1.000
4	2.900	(5.000)
5	4.000	(500)

Siguiendo estrictamente el criterio del PR, el proyecto aceptado sería el B (PR= 1 año y 10 meses) y el proyecto rechazado sería el A (PR = 4 años). Es evidente que, globalmente el Proyecto B tiene un problema de flujos (negativos) atados posteriores al período de recuperación, mientras tanto y aunque según el PR el Proyecto A no recupera la inversión en los 3 años, en su totalidad es un proyecto más rentable. El PR como metodología no ve más allá de los flujos de recuperación de la inversión. ¿Porqué entonces se continúa hablando del PR y utilizándolo? Su facilidad de cálculo y de interpretación continúan actualmente confundiendo a los evaluadores de proyectos. Su mito ser una muy buena herramienta.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Esta técnica empezó a utilizarse avanzado el Siglo XX, como ampliación del concepto de del valor del dinero en el tiempo (Valor Presente / Valor Futuro). Se define como la sumatoria de los flujos de efectivo netos descontados (“actualizados”) a valor presente al costo de capital de la empresa o del proyecto (contemplando sus todos sus riesgos: del negocio, financiero y del entorno). Esta es conocida igualmente como tasa de descuento (d), la cual es la rentabilidad mínima aceptable por la empresa, por debajo de la cual los proyectos no deben aceptarse. Se define matemáticamente como:

$$VAN = \sum_n FC_t (1+d)^{-n} - I_0 \text{ donde:}$$

$$VAN = FC_1 (1+d)^{-1} + FC_2 (1+d)^{-2} + \dots + FC_{n-1} (1+d)^{-(n-1)} + FC_n (1+d)^{-n} - I_0$$

FC_t = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde $t = 1$ hasta $t = n$)

I_0 = Inversión Inicial (en el momento cero)

d = Tasa de descuento (costo de capital)

“Para aplicar este enfoque, sólo debemos determinar el valor presente de todos los flujos futuros de efectivo que se espera que genere el proyecto, y luego sustraer la inversión original para precisar el beneficio neto que la empresa obtendrá del hecho de invertir en el proyecto. Si el beneficio neto que se ha calculado sobre la base de un valor presente es positivo, el proyecto se considera una inversión aceptable”.⁵ “Es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos”.⁶

5 Besley, Scott, Brigham, Eugene. Fundamentos de Administración Financiera. Doceava Edición. (México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill, 2001), pág. 387.

6 Sapag, Nassir. Proyectos de inversion: Formulación y evaluación. Primera Edición. (México D.F., México: Editorial Pearson, 2007), pág. 253.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

Técnica matemática derivada del VAN, la cual evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento (r), mediante la cual la totalidad de los flujos de caja netos (positivos y/o negativos) y actualizados a valor presente son exactamente iguales a la inversión inicial (negativa). En otras palabras, la tasa TIR es aquella tasa de descuento (r) que hace que el VAN sea cero. Se define matemáticamente como:

$$0 = \sum_{t=1}^n FC_t (1+r)^{-t} - I_0$$

$$0 = FC_1 (1+r)^{-1} + FC_2 (1+r)^{-2} + \dots + FC_{n-1} (1+r)^{-(n-1)} + FC_n (1+r)^{-n} - I_0$$

FC_t = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde $t = 1$ hasta $t = n$)

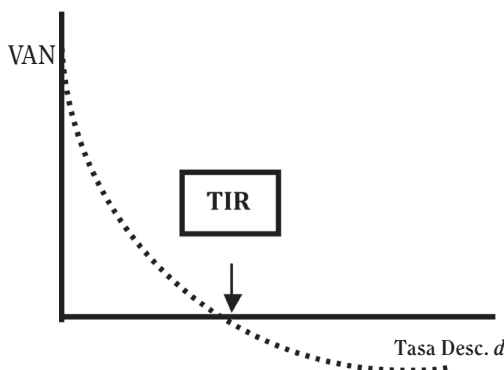
I_0 = Inversión Inicial (en el momento cero)

r = Tasa Interna de Retorno (TIR)

El criterio de decisión de esta técnica es que para aprobarse el proyecto, la TIR (r) deberá ser mayor que la tasa de mínima de corte o costo de capital requerido (tasa de descuento d) o al costo de los fondos de financiamiento, de lo contrario el proyecto se rechaza. A continuación se ahondará en esta técnica respecto a la anterior. “El argumento básico que respalda al método de la tasa interna de rendimiento es que proporciona una sola cifra que resume los méritos de un proyecto. Esta cifra no depende de las tasas de interés que prevalezcan en el mercado de capitales. Esta es la razón por la cual se le denomina tasa interna de rendimiento: la cifra es interna o intrínseca al proyecto y no depende de otra cosa que no sea los flujos de efectivo del proyecto”.⁷

VALOR ACTUAL NETO VERSUS TASA INTERNA DE RETORNO

Estas dos técnicas pueden generalmente conducir a la misma decisión. “Cuando la decisión es sólo de aceptación o rechazo y no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos, las dos técnicas proporcionan igual resultado”.⁸ Esto se puede observar gráficamente mediante el Gráfico VAN-TIR, en el cual mantenemos el VAN en función del costo de capital o tasa de descuento (d):



Si la tasa de descuento (d) es cero (es decir no existe costo de capital), el VAN será la suma algebraica simple de los flujos de efectivo menos la inversión inicial y por ende alcanza su máximo nivel.

A medida que la tasa de descuento (r) se incrementa, el VAN empezará a disminuir. Al cruzar el eje X ($VAN = 0$), la tasa de descuento (r) representa (o iguala) el nivel de la tasa TIR.

⁷ Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jaffe, Jeffrey. Op. cit., pág. 158.

⁸ Sapag, Nassir, Sapag, Reinaldo. *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Cuarta Edición. (México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill, 2003), pág. 306.

No obstante, se pueden presentar resultados contradictorios principalmente cuando se evalúa más de un proyecto. Por ésta razón, primeramente se deben diferenciar los proyectos como:

- Proyecto independiente: Proyecto cuya aceptación o rechazo no impide la aceptación de otros
- Proyecto dependiente (complementario): Proyecto cuya aceptación depende de uno o varios proyectos alternativos
- Proyecto mutuamente excluyente: Proyecto cuya aceptación excluye la aceptación de uno o varios proyectos alternativos. No pueden ser aceptados simultáneamente, únicamente sólo uno de ellos

De esta forma y de conformidad por el Gráfico VAN-TIR, los resultados concordantes entre VAN y TIR normalmente ocurren en proyectos independientes o bien complementarios. Los problemas empiezan a surgir cuando se desean jerarquizar proyectos, los cuales son mutuamente excluyentes, ya sea por rentabilidad misma o por racionamiento de capital (restricciones de dinero para poder implementar todos los proyectos rentables que se deseen). Por ello, es importante iniciar destacando ciertas diferencias entre VAN y TIR.

Medida absoluta / Medida relativa:

El VAN tal y como se definió, arroja un resultado en unidades monetarias, es decir corresponde a una medida absoluta. Por tanto en la práctica la aceptación de un proyecto sólo porque la teoría indica que el $VAN > 0$, no necesariamente es aplicable en la práctica. Esto sólo con pensar que el VAN de un proyecto sea igual a \$ 1.000, siendo que la inversión o dimensión del proyecto ronde los \$ 10.000.000. Por su parte, la TIR en su esencia corresponde a una medida relativa. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	VAN a 10%	% TIR
Flujo A	-1,000	800	800	3,000	2,402	97%
Flujo B	-1,000,000	1,000	800,000	1,000,000	375,801	26%

Si estos dos proyectos fuesen mutuamente excluyentes, el VAN dirigiría al lector a aceptar B, pero la TIR dirigirá su aceptación hacia el A. Como se observa, la TIR es relativa a la escala o magnitud de la inversión por lo que en este caso la TIR podría ser una medida más adecuada. No obstante habrá que tener cuidado: ¿cuántas réplicas del Proyecto A deberían realizarse simultáneamente para alcanzar el tamaño de inversión con que la compañía cuenta o que la misma requiere?. Definitivamente habrá que tomar en cuenta el contexto. Las reglas de aceptación también estarán sujetas al contexto de los proyectos que se están evaluando. Por otra parte: "... no sirve para comparar proyectos, por cuanto una TIR mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se mide en función de la cuantía de la inversión realizada".⁹

Diferencias en patrón del flujo:

Uno de los principales hallazgos logrado ya avanzado el siglo XX respecto a la problemática del VAN y la TIR, fue esbozado por el economista norteamericano Irving Fischer (1867-1947), quien logró demostrar en su obra *La Teoría del Interés*, las eventuales discrepancias entre dichas técnicas en la aceptación de un proyecto y por consiguiente en el rechazo del otro. En su honor, ésta aplicación se ha

⁹ Sapag, Nassir. Op. cit., pág. 254.

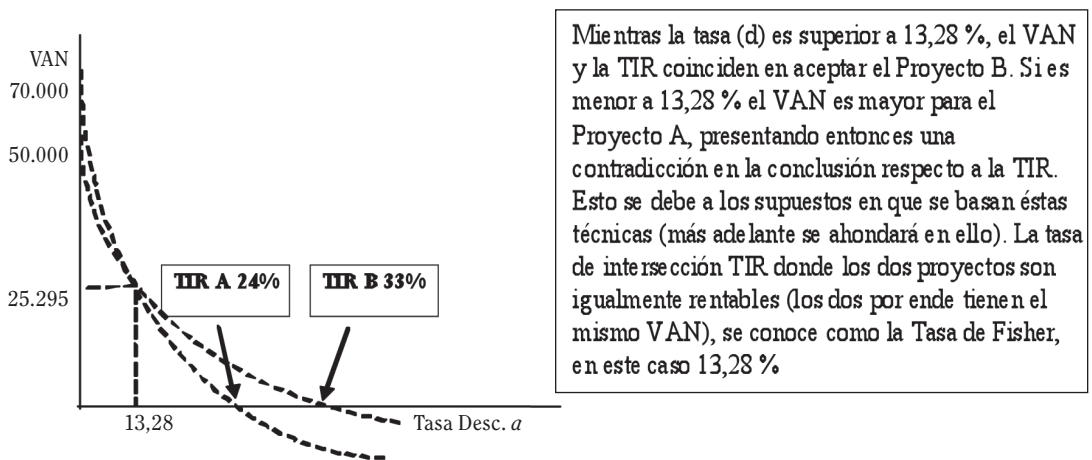
conocido comúnmente como “Tasa de Fisher”. Para observar lo que Fisher quiso demostrar, vamos a trabajar con dos proyectos mutuamente excluyentes como siguen:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-100,000	10,000	70,000	90,000	24%
Flujo B	-100,000	90,000	50,000	10,000	33%

Lo anterior, bajo el criterio del TIR podría inducir a concluir que el proyecto B es el aceptado al tener una mayor TIR. Más sin embargo, si se analiza el VAN para diferentes niveles de tasas de costo de capital o descuento d tenemos entonces:

VAN a...	5%	10%	13%	15%	20%
Flujo A	50,761	34,560	25,295	20,802	9,028
Flujo B	39,704	30,654	25,295	22,643	15,509

De esta forma si observamos gráficamente el Gráfico VAN-TIR de ambos proyectos, tenemos:



Siendo que la TIR de un flujo se define matemáticamente como:

$$0 = \sum_{t=1}^n FC_t (1+r)^{-t} \text{ donde:}$$

$$0 = FC_1 (1+r)^{-1} + FC_2 (1+r)^{-2} + \dots + FC_{n-1} (1+r)^{-(n-1)} + FC_n (1+r)^{-n} - I_0$$

FC_t = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde $t = 1$ hasta $t = n$)

I_0 = Inversión Inicial (en el momento cero)

r = Tasa Interna de Retorno (TIR)

entonces, la TIR no es ni más ni menos que la solución de x de un polinomio de grado n , grado por lo tanto que estará definido por la cantidad de años que abarque el proyecto. De esta forma, si cada flujo del proyecto en la gráfica anterior corresponde a una función polinomial de grado n , y

si ambas funciones se intersecan en algún nivel, dicho nivel es posible obtenerlo igualando las dos funciones, tal como se muestra a continuación:

$$10.000 (1+r)^{-1} + 70.000 (1+r)^{-2} + 90.000 (1+r)^{-3} - 100.000 = 90.000 (1+r)^{-1} + 50.000 (1+r)^{-2} + 10.000 (1+r)^{-3} - 100.000$$

Considerando que cada flujo corresponde a una función polinomial, entonces simplemente se igualan los flujos de los proyectos, lo que es igual en este caso a obtener un flujo diferencial ya sea haciendo A – B o bien B – A, obteniendo su TIR (TIR que para estos efectos será el nivel exacto ó *Tasa de Fischer*):

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-100,000	10,000	70,000	90,000	
Flujo B	-100,000	90,000	50,000	10,000	
Flujo Dif. B-A	0	80,000	-20,000	-80,000	13.28%

O bien de otra forma y dado que matemáticamente para igualar dos funciones no resulta relevante el orden, entonces:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-100,000	10,000	70,000	90,000	
Flujo B	-100,000	90,000	50,000	10,000	
Flujo Dif. A-B	0	-80,000	20,000	80,000	13.28%

Es de observar, que no es necesario obtener la Tasa de Fischer mediante interpolaciones (y mucho menos aproximándolas linealmente) como algunos autores sugieren ya sea por desconocimiento o por evasión matemática. La Tasa de Fischer es simplemente la tasa TIR de un flujo diferencial de dos proyectos. Con esto Irving Fischer pudo concluir que tasas de corte o descuento superiores a ese nivel (Tasa de Fisher), ambas metodologías VAN y TIR brindan conclusiones similares. Pero tasas inferiores a la de Fisher las técnicas del VAN y TIR se muestran en conflicto. “En general, para la jerarquización de proyectos mutuamente excluyentes podemos enunciar que: Si la tasa de descuento es mayor que la tasa que iguala el valor presente neto de ambos proyectos, los métodos de la TIR y del VPN dan el mismo resultado. Si la tasa de descuento es menor que la tasa de Fisher, los resultados de los métodos del VPN y la TIR se contradicen”.¹⁰

Es importante destacar sin embargo, que la Tasa de Fischer no es un fin en si mismo (como técnica o criterio de evaluación), es más bien el resultado de lo que Fischer quiso demostrar y que finalmente concluyó. En la práctica al evaluar flujos no es un fin obtener la Tasa de Fischer, aunque bien guía al evaluador a no cometer un error en la decisión.

Tasas TIR múltiples / No existencia tasa TIR:

Como se indicó en el punto anterior, por definición matemática en si misma, la TIR corresponde a la solución de x de un polinomio de grado n , grado que en nuestro contexto estará definido por la cantidad de años que abarque el proyecto. Es por ello que, y como todo polinomio puede presentar varias soluciones reales, y dado que la TIR es una abstracción matemática tratada de llevar al plano financiero, no es de extrañarse que bajo ciertas circunstancias, el flujo de caja de un proyecto

10 Ketelhöhn, Werner, Marín, José Nicolás y Montiel, Eduardo. Op. cit., pág. 78.

adopte una estructura tal que más de una TIR pueda resolver la función polinomial de grado n definida anteriormente. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-150,000	900,000	-900,000	-50,000	34% y 371%

En este caso tenemos entonces:

$$0 = 900.000 (1 + x)^{-1} - 900.000 (1 + x)^{-2} - 50.000 (1 + x)^{-3} - 150.000$$

y lo anterior se cumple con: $x = 34\%$ y $x = 371\%$

Al hallar la tasa TIR del anterior flujo de caja, tenemos que se encuentran dos tasas que solucionan la ecuación polinomial de grado 3 (3 años): 34 % y 371 %, es decir las 2 tasas hacen que el VAN sea cero. La pregunta entonces que surge acá es: ¿cuál es la correcta? . La búsqueda de la tasa “correcta” no es más que una ilusión del inversionista. ¿Cómo puede ser posible que un proyecto tenga dos o varias rentabilidades? . En la realidad esto no ocurre. Un proyecto tiene una única rentabilidad, la que le proporciona los flujos de efectivo. Bien puede ocurrir que el costo de capital de una empresa varíe a través del tiempo, y proyectos que antes no eran rentables con el tiempo sí lo sean o viceversa.

Entonces nuevamente: ¿cuál es la correcta? . La respuesta es: financieramente ninguna de las dos. Si se observa con detenimiento los flujos del proyecto es evidente que el proyecto es deficitario por no decir un desastre. ¿Cómo puede ser posible que el proyecto sea 34 % rentable anualmente o hasta pensar en un 371 % anual? . Sólo basta con evaluar el proyecto con un costo de capital d del 20 % anual para darse cuenta que el proyecto no es rentable ($\text{VAN} = -53.935$).

En este caso, se encuentran 2 cambios de signos en el flujo (de 0 a 1 y de 1 a 2), lo cual hace inicialmente presuponer la existencia de dos soluciones x (dos tasas TIR). En principio, de acuerdo a las propiedades matemáticas polinomiales, tantas soluciones x (tantas tasas TIR financieramente hablando) tendrá el flujo del proyecto entre tantos cambios de signo tenga el mismo flujo. “En teoría, una corriente de flujos de efectivo con K cambios de signo puede tener hasta K tasas internas de rendimiento razonables (TIR por arriba de -100%)”.¹¹

Sin embargo, esta condición no es necesariamente aplicable, porque matemáticamente hablando no sólo el cambio de signo es condicionante de la cantidad de soluciones x , sino también de las magnitudes de los flujos al ocurrir los correspondientes cambios de signo. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-150,000	200,000	-10,000	-10,000	24%

En este caso tenemos entonces:

$$0 = 200.000 (1 + x)^{-1} - 10.000 (1 + x)^{-2} - 10.000 (1 + x)^{-3} - 150.000$$

y lo anterior se cumple únicamente con: $x = 24\%$

Al hallar la tasa TIR del anterior flujo de caja, se encuentra una única tasa TIR que soluciona la ecuación, a pesar de existir 2 cambios de signos. Esta fue 24 %. Es decir el número de cambio de signos no es condicionante del número de tasas TIR que puedan existir. Tal y como se indicó anteriormente, al provenir la TIR de un polinomio grado n , necesariamente para que exista una solución x real (TIR real), es necesario que no todos los flujos tengan el mismo signo, es decir deberá existir como mínimo un cambio de signo. Pero matemáticamente hablando ésta condición no es suficiente. Veamos el siguiente ejemplo:

11 Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jaffe, Jeffrey. Op. cit., pág. 163.

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-150,000	300,000	-160,000	-10,000	?

En este caso tenemos entonces:

$$0 = 300.000 (1 + x)^{-1} - 160.000 (1 + x)^{-2} - 10.000 (1 + x)^{-3} - 150.000$$

y lo anterior nunca se cumplirá (no existe solución)

Al hallar la tasa TIR del anterior flujo de caja, no se encuentra ninguna tasa TIR que solucione la ecuación, a pesar de existir 2 cambios de signos, lo cual reafirma que el número de cambio de signos no es condicionante del número de tasas TIR que puedan existir. La pregunta que surge es: ¿ cómo es posible que esto ocurra ?. La técnica TIR no es que esté diciendo que la rentabilidad es cero, está indicando que no existe. Matemáticamente hablando no existe solución x , más sin embargo financieramente hablando ese proyecto deberá tener alguna rentabilidad. Sólo basta con hacer pasar el flujo del año 3 de la suma respectiva de -10.000 a $+10.000$, para que de pronto la TIR ahora sea cero (un número) y se elimine la no existencia de una solución matemática. Pero y aún con este nuevo flujo de caja en el año 3, sólo basta con evaluar el proyecto con un costo de capital d del 20 % anual para darse cuenta que el proyecto no es rentable ($VAN = -5.324$). Definitivamente la TIR ha sido todo un mito, pero la realidad refleja que es una medida vulnerable desde el punto de vista financiero.

Igualmente para encontrar una solución x en un polinomio de grado n es imperativo que al menos exista un cambio de signo en los flujos, de forma tal, que si no existe cambio de signo (el cero no cuenta pues es neutro, no tiene signo) no existirá TIR, más sin embargo si habrá un VAN. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	VAN a 10%	% TIR
Flujo A	0	25,000	50,000	75,000	120,398	?

Es por esto que, la posibilidad de tasas de rendimiento múltiples atenta en contra del uso indiscriminado de la TIR, o de igual forma la no existencia de la misma, reflejando una enorme debilidad al haber sido llevada de un plano matemático a la dimensión financiera. Mientras la TIR supone que los flujos intermedios del proyecto son reinvertidos a la misma tasa TIR de rentabilidad del proyecto, el VAN supone que los flujos son reinvertidos a la tasa de descuento o costo de capital d de la empresa, lo cual es evidente que en algunas circunstancias es más recomendable utilizar el VAN que la TIR. Con la TIR la tasa de reinversión implícita diferirá de acuerdo con la corriente de flujos de efectivo para cada propuesta de inversión, mientras que el VAN brinda generalmente prioridades correctas de proyectos de inversión mutuamente excluyentes.

Interpretación en dependencia de tipo de flujo:

Típica y normalmente los flujos de efectivo se pueden agrupar en dos grandes tipos:

- Flujos de Inversión: Todos los egresos se producen antes que los beneficios. El VAN disminuye al aumentar el costo de capital o tasa de descuento d y el VAN aumenta al disminuir el costo de capital o la tasa de descuento d . Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	VAN		% TIR
					a 10%	a 20%	
Flujo A	-150,000	-10,000	200,000	60,000	51,277	15,278	25%

Si el VAN es mayor que cero en una inversión, significa que el proyecto es rentable, pero si el VAN es menor que cero en una inversión, significa que el proyecto no es rentable.

- Flujos de Crédito: Todos los ingresos se producen antes que los egresos. Es la operación contraria a la inversión. El VAN aumenta al aumentar el costo de capital o tasa de descuento d y el VAN disminuye al disminuir el costo de capital o la tasa de descuento d . Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	VAN		% TIR
					a 10%	a 20%	
Flujo A	150,000	-72,500	-65,000	-57,500	-12,829	11,169	15%

Si el VAN es positivo significa que el crédito se obtuvo a una tasa inferior que la del mercado. Pero si el VAN es negativo significa que se obtuvo a una tasa superior que la del mercado.

En este caso, si la tasa de costo de capital d es del 10 % anual, el VAN es negativo, pues la tasa TIR que es del 15 % (tasa implícita del préstamo) indica que no tiene sentido solicitar un crédito a una tasa superior al costo de capital (por ende VAN negativo). Mientras tanto, si la tasa de costo de capital d sube al 20 % anual, el VAN es positivo, pues la tasa TIR que es del 15% (tasa implícita del préstamo) indica que tiene sentido solicitar un crédito a una tasa inferior al costo de capital (por ende VAN positivo). Es por ello que con el fin de decidir si se rechaza o se aprueba un proyecto, y a diferencia del VAN que tiene una única regla de decisión para cualquier tipo de flujo o proyecto (inversión o crédito), la cual es que el VAN sea mayor que cero, empleando la TIR es indispensable conocer el tipo de flujo de que se trata para aprobar el proyecto:

$$\text{Inversión: TIR} > d \quad \text{Crédito: TIR} < d$$

Asimismo, y tal como se notó, el VAN de un proyecto, sea del tipo de flujo que sea, existe siempre (y proporciona una solución que es única), mientras que la TIR no necesariamente.

Flujos ceros al final de proyecto:

Matemáticamente hablando, la TIR de un flujo no toma en cuenta o bien ignora los flujos de caja que son cero al final del proyecto. No obstante, ello no es exclusivo de la TIR, pues igualmente el VAN los ignora. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	4	5	6	VAN a 10%	% TIR
Flujo A	-2,000	800	800	800	800			536	22%
Flujo B	-2,000	800	800	800	800	0	0	536	22%

El VAN de ambos proyectos es igual, pero el proyecto A es más rentable que el B, porque con el A es posible iniciar otro proyecto al inicio del quinto período (o final del cuarto período). Mientras tanto, con el proyecto B, habría que esperar 2 períodos más respecto al término del proyecto A, para emprender otro proyecto. La TIR como se observó y de igual forma, ignora los ceros a la derecha. Sin embargo, y aún cuando casos como los anteriores pueden en la práctica resultar excepcionales, resulta más preocupante aquella técnica que ignora los ceros a la izquierda, tal y como se observará a continuación.

El VAN en función al momento en que se inicia el proyecto:

Si un proyecto es rentable, cuanto más antes se inicie mejor, pues de no hacerlo de inmediato, se incurre en un costo de oportunidad, el cual es mayor cuanto mayor sea el VAN y cuanto más tiempo se aplace. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	4	5	6	VAN a 10%	% TIR
Flujo A	-2,000	800	800	800	800			536	22%
Flujo A ₁		-2,000	800	800	800	800		305	22%
Flujo A ₂			-2,000	800	800	800	800	96	22%

Como se observa, lo que está indicando el VAN es que entre más se aplace el inicio del proyecto (un período: A₁, ó bien dos períodos: A₂) la rentabilidad decae (el VAN pasa de 536 a 305 ó a 96). Pero si se observa la TIR, ésta se mantiene constante ante cambios en el momento de ejecución de un proyecto, por lo que no proporciona ninguna indicación acerca de los costos (de oportunidad) en que se incurre por retrasar un proyecto rentable o bien los beneficios en caso de adelantarlo. Siguiendo el criterio de la TIR, daría igual empezar un proyecto en el momento 0, que n períodos más tarde, pues al retrasar un proyecto, se está incurriendo en un costo de oportunidad, costo que la TIR no lo detecta. La TIR refleja el cálculo de la rentabilidad del proyecto desde que se inicia, no desde que se evalúa.

A pesar de que la TIR proviene de la ecuación matemática del VAN y del mito que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, la realidad es que en este tipo de casos, no lo toma en cuenta.

La TIR ante proyectos de vidas desiguales:

La TIR no obstante es útil (obviando situaciones cambios de signos) para poder determinar el costo de oportunidad de dos proyectos que tienen vida desigual. Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	4	% TIR
Flujo A	-2,000	1,500	1,500			32%
Flujo B	-2,000	800	800	800	800	22%

Está claro, que es mejor el proyecto A, pero esto es necesariamente cierto si una vez finalizado A, se pueden llevar a cabo inversiones en el intervalo temporal {3,4}, que proporcionen una rentabilidad como se observa en este caso del 7 %, como se observa seguidamente (costo de oportunidad de rentabilidad de ejecutar A en lugar de B). En este caso la TIR es útil para obtener ese costo de oportunidad mediante el flujo diferencial de los dos proyectos:

Flujo/Período	0	1	2	3	4	% TIR
Flujo A	-2,000	1,500	1,500			32%
Flujo B	-2,000	800	800	800	800	22%
Flujo B-A	0	-700	-700	800	800	7%

TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIRM):

“A pesar de una fuerte preferencia académica por el VPN, los ejecutivos indican que la mayoría de las empresas prefieren la TIR en lugar del VPN. En apariencia, intuitivamente los administradores encuentran más atractivo analizar las inversiones en términos de tasas porcentuales de rendimiento que en términos de dólares”.¹²

12 Besley, Scott, Brigham, Eugene. Op. cit., pág. 416.

“Como una alternativa al VPN, se introduce ahora el método de la TIR modificada (TIRM), el cual maneja el problema de las TIR múltiples mediante la combinación de flujos de efectivo hasta que sólo se produzca un cambio de signo”.¹³ Como se ha denotado, existe un problema que presenta la TIR, el cual surge de representar la solución de x de un polinomio de grado n . En este sentido, si el flujo de caja del proyecto (ecuación matemática en este contexto) tiene un único cambio de signo como usualmente se pensaría típicamente sería un proyecto de inversión, en donde el flujo negativo de tiempo cero es proseguido de flujos positivos, entonces matemáticamente se tendría una única solución x , por ende una única tasa TIR. “...podemos modificar la TIR y convertirla en un mejor indicador de la rentabilidad relativa y en una mejor alternativa para utilizarse en el presupuesto de capital”.¹⁴ De esta forma, y con el fin de convertir la TIR en una herramienta un poco más confiable, algunos financieros idearon en modificarla haciendo igualar el valor presente de los flujos de efectivo negativos al valor futuro de los flujos de efectivo positivos, simulando un depósito bancario simple:

$$VP \text{ salidas de efectivo} = VF \text{ entradas de efectivo}$$

Los flujos negativos se descuentan en tiempo cero al costo de capital d ó tasa de corte requerida por el inversionista, con el fin de obtener de hacerlos equivalentes a una única inversión (en tiempo cero). Por su parte los flujos positivos se llevan al final de la vida del proyecto al costo de capital d ó tasa de corte requerida por el inversionista con el fin de hacerlos equivalentes a un único retorno en tiempo n . Así la TIRM supone que los flujos de efectivo se reinvierten a la tasa requerida de rendimiento y no como la TIR tradicional que supone se reinvierten a la misma TIR del proyecto.

Con esto se tendría hoy un único flujo negativo (equivalente de inversión) y un único flujo positivo (equivalente de recuperación) al final de la vida del proyecto:

$$VF = VP (1 + TIRM)^n \text{ donde:}$$

VF = Valor Futuro

VP = Valor Presente

TIRM = Tasa Interna de Retorno

n = Tiempo

por lo que entonces:

$$\left(\frac{VF}{VP}\right)^{1/n} - 1 = TIRM$$

Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo/Período	0	1	2	3	% Costo Cap. d
Flujo A	-150,000	900,000	-400,000	-50,000	10%

En este caso tenemos entonces:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR
Flujo A	-150,000	900,000	-400,000	-50,000	
V.P. en 0	-150,000		-330,579	-37,566	
V.F. en 3		1,089,000			
Flujos p/TIRM	-518,144			1,089,000	28%

13 Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jaffe, Jeffrey. Op. cit., pág.163.

14 Ibid., pág. 416.

De esta forma tenemos que la rentabilidad TIRM de este proyecto al 10 % de costo de capital es del 28 %, por lo que el proyecto se aceptaría. No obstante, si el costo de capital hubiese sido del 20 %, la TIRM de éste proyecto hubiese sido del 42 %. ¿Cómo puede ser posible que la rentabilidad de un proyecto cambie? La rentabilidad de un proyecto siendo el mismo evaluado en el mismo momento de tiempo, no puede variar y es única. Bajo esta técnica, para tantas tasas de costo de capital d o descuento hayan, tantas tasas TIRM resultarán. Por ello, la TIRM no puede asegurar la rentabilidad exacta del proyecto, aunque si podría tomarse la decisión respecto de aceptar o rechazar el proyecto comparando la TIRM respecto al Costo de Capital. La TIRM ha sido un mito, pero la realidad es que no puede reflejar la rentabilidad real de un proyecto.

VALOR ACTUAL NETO EQUIVALENTE (VANE):

Siendo que el VAN es una medida absoluta lo cual perjudica la comparabilidad bajo este criterio entre proyectos largos respecto a proyectos de menor duración (pues es factible que proyectos de mayor larga duración presenten mayores VAN), surge entonces el Valor Actual Neto Equivalente (VANE), con el fin de tomar en cuenta el tiempo o relatividad de la longitud de los proyectos.

“Un método generalmente utilizado para comparar proyectos con distinta vida útil es el del valor anual neto equivalente, cuando las opciones que se comparan tienen diferentes beneficios asociados, o el del costo anual equivalente, cuando sólo difieren los costos”.¹⁵

“En los casos de proyectos mutuamente excluyentes, en los que es necesario comparar costos de operación e inversiones, se puede utilizar como solución alterna al VPN el procedimiento de los costos anuales equivalentes, cuyos supuestos de reinversión son iguales a los del VPN. El procedimiento consiste en convertir el total de las inversiones y de los costos actualizados de cada proyecto en cuotas o costos anuales equivalentes”.¹⁶

En resumen el VANE representa al VAN, como si fueran recibidos en un flujo de Pagos Periódicos PMT durante la cantidad de periodos de vida del Proyecto. Se determina calculando, primero el VAN del proyecto y después su equivalencia (equiparando) como si fuese un flujo anual constante. Entonces bajo esta metodología, se escogerá el proyecto que cuente con el mayor VANE (si es de ingresos) ó con el menor VANE (si es de costos). De esta forma si:

$$PV = PMT \left(\frac{1 - (1 + d)^{-n}}{d} \right) \text{ donde:}$$

PV = Valor Presente

PMT = Pago Periódico

d = Tasa de descuento (costo de capital)

n = Tiempo

entonces siendo equivalente al VAN y VANE:

$$VAN = VANE \left(\frac{1 - (1 + d)^{-n}}{d} \right)$$

por lo que:

$$VANE = \left(\frac{VAN * d}{1 - (1 + d)^{-n}} \right)$$

15 Sapag, Nassir, Sapag, Reinaldo. Op. cit., pág. 314.

16 Ketelhöhn, Werner, Marín, José Nicolás y Montiel, Eduardo. Op. cit., pág. 86.

Veamos el siguiente ejemplo:

Flujo	VAN	n	d %	VANE
Flujo A	50,000	5	20%	16,719
Flujo B	40,000	4	20%	18,989

En este caso, de acuerdo al VAN el Proyecto A es preferible al Proyecto B, pero de acuerdo al VANE el Proyecto B es preferible al Proyecto A. Esto es porque proporcionalmente por período, el Proyecto B presenta un mayor VANE, lo cual es justamente la ventaja del VANE. El VANE es útil utilizarlo cuando se comparan proyectos mutuamente excluyentes con distinta vida útil económica, casos en los cuales por ser el VAN una medida absoluta no resultaría adecuado utilizarla. Aún cuando proyecto muestre un VAN mayor, esto podría deberse a la duración del mismo.

No obstante es importante destacar que, el VANE supone que el proyecto se replicará (será iniciado) varias veces bajo un VAN anualizado, donde una vez que acabe el primero, arrancará el segundo (réplica) en forma idéntica. En el ejemplo expuesto habrá que tomar en consideración de si el Proyecto B podría replicarse al final del mismo, porque si una vez finalizado el Proyecto B, los flujos de caja liberados no pueden ser invertidos en proyectos de inversión con rentabilidad similar, o si del todo no pueden ser más invertidos (en ésta última eventualidad), hubiese haber sido mejor haber ejecutado el Proyecto A desde el inicio, pues el flujo del Proyecto B finalizaría con un VAN de 40.000 pero para 5 años de vida, con un VANE entonces de 13.375.

INDICE DE RENTABILIDAD (IR):

Como ya se indicó anteriormente, siendo que el VAN es una medida absoluta lo cual perjudica la comparabilidad de proyectos de distinto tamaño, y complementario al VANE, surge el Índice de Rentabilidad (IR), con el fin de convertir el VAN en una medida relativa, de manera que en lugar de que las inversiones sean deducidas de sumatoria del valor actual de los flujos descontados en tiempo cero, dichas inversiones son divididas. "Este es la razón del valor presente de los flujos de efectivo esperados a futuro después de la inversión inicial dividida entre el monto de la inversión inicial".¹⁷ De esta forma si:

De esta forma si:

$$VAN = \sum_{t=1}^n FC_t (1+d)^{-t} - I_0 \quad \text{entonces el IR será:}$$

$$\frac{\sum_{t=1}^n FC_t (1+d)^{-t} - C_t (1+d)^{-n}}{I_0}$$

FC_t = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde $t = 1$ hasta $t = n$)

I_0 = Inversión Inicial (en el momento cero)

d = Tasa de descuento (costo de capital)

El IR es la razón del valor presente de los flujos netos de caja de un proyecto entre la salida de inversión inicial en el momento cero. El criterio de decisión es que el proyecto se aprueba si el IR es mayor que 1, ó aquel proyecto que tenga el mayor IR, de lo contrario se rechaza. De esta forma se tiene que:

17 Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jaffe, Jeffrey. Op. cit., pág.169.

$$\text{VAN} = 0 \rightarrow \text{IR} = 1 \quad \text{VAN} > 0 \rightarrow \text{IR} > 1 \quad \text{VAN} < 0 \rightarrow \text{IR} < 1$$

Cabe destacar que mientras en el VAN el elemento neutro es cero, en el IR el neutro es uno. Es una medida basada en las ventajas del VAN, solucionando los problemas que pueda presentar la TIR y además es una medida relativa. Tal y como se ha observado, veamos el siguiente ejemplo si el costo de capital d es del 10 % anual:

Flujo/Período	0	1	2	3	% TIR	VAN	IR
Flujo A	-150,000	200,000	-10,000	-10,000	24%	16,041	1.11

En este caso el IR obtenido significa que de cada 1 unidad monetaria que se invierte en tiempo cero, se recibirá el equivalente a hoy de 1,11, es decir se recupera el 1 de inversión y quedan a favor 0,11. Esto significa una rentabilidad del 11%, rentabilidad que es neta después de haber deducido ya el costo de capital del 10 %. “En las situaciones en las cuales es necesario jerarquizar porque las opciones de inversión son mutuamente excluyentes, el VPN es suficiente y no es necesario calcular el IR. Sin embargo, en aquellos casos en que se necesita jerarquizar debido a limitaciones de los recursos financieros, el ID puede tener ventaja sobre el VPN, si las tasas a que se pueden reinvertir los flujos intermedios de los proyectos son significativamente superiores al rendimiento mínimo aceptable para la empresa (costo del capital)”¹⁸

CONCLUSIONES

A través de los años, la dialéctica respecto al PR, al VAN y la TIR continuará y será inevitable su discusión entre más desconocimiento matemático haya. El PR como se denotó presenta su mayor debilidad en no poder ver más allá de los flujos de recuperación de la inversión. Su fácil cálculo e interpretación, continúa hoy siendo parte de sus escasas fortalezas.

Cuando se desean jerarquizar proyectos, los cuales son mutuamente excluyentes, el VAN y la TIR pueden eventualmente presentar problemas entre si, a pesar de que se ha generalizado ampliamente y de manera errónea, que si el VAN de un proyecto es mayor que cero es porque la TIR del mismo, es mayor que el costo de capital o tasa de descuento. Mientras el VAN es una medida absoluta, lo cual no permite acertadamente comparar proyectos de distinto tamaño, la TIR es una medida relativa, la cual en ese aspecto tiene ventaja sobre el VAN. La TIR resulta útil para comparar proyectos de diferente tamaño.

No obstante, la TIR por definición matemática en si misma, corresponde a la solución de x en un polinomio de grado n , grado que en el contexto financiero está definido por la cantidad de años que abarque el proyecto. Como todo polinomio, el mismo puede presentar tanto una única solución de x , como también varias soluciones, situación que en el plano financiero carece de sentido. Igualmente bajo ciertas circunstancias, la no solución de x en el polinomio (no existencia de TIR en el proyecto) atentan contra su uso, utilización que ha sido indiscriminada en las últimas décadas.

Igualmente para los análisis de flujos bajo la TIR, deberá primeramente tomarse en cuenta de qué tipo de flujo se trata, si es de inversión (para que el proyecto se apruebe entonces la TIR deberá mayor que el costo de capital), o de crédito (para que el préstamo se apruebe entonces la TIR deberá ser menor que el costo de capital). Y entonces surge la pregunta: ¿por qué se sigue utilizando la TIR? Por su facilidad de visualización, pero igualmente por desconocimiento matemático de analistas y evaluadores de proyectos. La TIR sin duda, no es el mejor instrumento para evaluar proyectos o flujos de caja.

18 Ketelhöhn, Werner, Marín, José Nicolás y Montiel, Eduardo. Op. cit., pág. 63.

Ampliaciones a la TIR como la TIRM (Modificada), han tratado de soslayar los problemas antes indicados, pero al depender del costo de capital, igualmente no brinda la rentabilidad real del proyecto. Mientras tanto medidas como el VANE y el IR que han eliminado la debilidad del VAN de ser una medida absoluta, han complementado positivamente la gama de técnicas de evaluación, aprovechando sus bondades matemáticas y convirtiéndolo en medidas relativas. Pero definitivamente está claro que, no existe una técnica capaz de resolver satisfactoriamente todos los problemas que se presentan en la práctica.

Finalmente y a manera de resumen, y con el objetivo de guiar al lector ó eventual evaluador de proyectos a tomar una decisión adecuada, la siguiente tabla resume la(s) medida(s) que bajo un determinado flujo o en una situación específica podrían ser utilizadas, para ser complementada con otra medida.

Es importante destacar que a pesar de que pareciera que el Índice de Rentabilidad podría verse como la medida perfecta, las bondades de una medida complementan con otras bondades de otra medida, por lo que al evaluar proyectos de inversión es recomendable hacerlo en forma conjunta y no atarse a evaluar un proyecto de inversión bajo una única medida, más aún todavía en situaciones cuando se comparan proyectos mutuamente excluyentes de vidas desiguales. Ello por cuanto siempre existirá un costo de oportunidad de ejecutar uno y desechar el otro, principalmente en cuanto al tiempo diferencial entre ellos se refiere.

FLUJO O SITUACION / MEDIDAS	VAN	TIR	VANE	IR
FLUJOS INDEPENDIENTES:				
Un cambio de signo	X	X	X	X
Varios cambios de signo	X		X	X
Retrazo en inicio	X		X	X
FLUJOS MUTUAMENTE EXCLUYENTES:				
Un cambio de signo	X	X	X	X
Varios cambios de signo	X		X	X
Retrazo en inicio	X		X	X
Vidas desiguales		X	X	X
Escalas (tamaños) desiguales		X		X

X = Medida a utilizar y complementar con otra en el mismo contexto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Besley, S., Brigham, E. 2001. Fundamentos de Administración Financiera. Doceava Edición. Editorial Mc. Graw Hill, México D.F., México, págs. 387, 416.
- Ketelhöhn, W., Marín, J., Montiel, E. 2006. Inversiones: Análisis de inversiones estratégicas. Primera Edición. Grupo Editorial Norma, Bogotá, Colombia, págs. 53, 55, 63, 78, 86.
- Ross, S., Westerfield, R., Jaffe, J. Finanzas Corporativas 2009. Octava Edición. Editorial Mc. Graw Hill, México D.F., México, págs. 155, 158, 163, 169.
- Sapag, Nassir. 2007. Proyectos de inversion: Formulación y evaluación. Primera Edición. Editorial Pearson, México D.F., México, págs. 253, 254.
- Sapag, Nassir, Sapag, Reinaldo. 2003. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Editorial Mc. Graw Hill, México D.F., México, págs. 306, 314.