



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



UCI

Universidad para la
Cooperación Internacional

UCI

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

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

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

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

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

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

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado

editorial. sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.

Periodo	0	1	2
Flujo neto	-1.600	10.000	-10.000

Al sustituir mediante estos valores en la ecuación 16.22, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{10.000}{(1+r)} - \frac{10.000}{(1+r)^2} - 1.600 = 0$$

Al calcular la tasa interna de retorno, r , de este flujo de caja, se encuentran dos tasas que solucionan la ecuación: 25% y 400%, que pueden calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} 0 &= -1.600 + \frac{10.000}{(1+r)} - \frac{10.000}{(1+r)^2} \\ &= \frac{-1.600(1+r)^2 + 10.000(1+r) - 10.000}{(1+r)^2} \\ &= 1.600(1+r)^2 - 10.000(1+r) + 10.000 \end{aligned}$$

que corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (16.23)$$

donde

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (16.24)$$

o sea,

$$\begin{aligned} x = (1+r) &= \frac{10.000 + \sqrt{(10.000)^2 - 4(1.600)(10.000)}}{2(1.600)} \\ &= \frac{10.000 \pm 6.000}{3.200} \end{aligned}$$

donde

$$i = 25\%$$

$$i = 400\%$$

El máximo número de tasas diferentes será igual al número de cambios de signos que tenga el flujo del proyecto, aunque el número de cambios de signos no es condicionante del número de tasas internas de retorno calculables. Un flujo de caja de tres periodos que presente dos cambios de signos puede tener sólo una tasa interna de retorno si el último flujo es muy pequeño.

Van Horne⁷ presenta el siguiente flujo para dar un ejemplo de esa no dependencia estricta:

Periodo	0	1	2
Flujo neto	-1.000	1.400	-100

Aun cuando el flujo de caja presenta dos cambios de signo, el proyecto tiene sólo una tasa interna de retorno, del 32,5%.

Al presentarse el problema de las tasas internas de retorno múltiples, la solución se debe proporcionar por la aplicación del valor actual neto como criterio de evaluación, que pasa así a constituirse en la medida más adecuada del valor de la inversión en el proyecto.



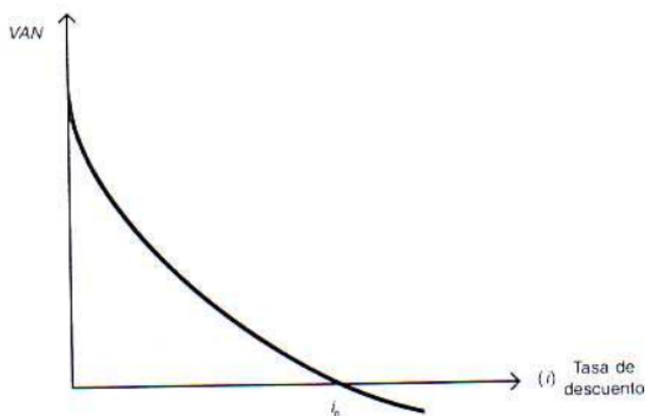
Tasa interna de retorno versus valor actual neto

Las dos técnicas de evaluación de proyectos analizados, la TIR y el VAN, pueden en ciertas circunstancias conducir a resultados contradictorios. Ello puede ocurrir cuando se evalúa más de un proyecto con la finalidad de jerarquizarlos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados.

Cuando la decisión es sólo de aceptación o rechazo y no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos, las dos técnicas proporcionan igual resultado. Esta situación puede apreciarse en el gráfico 16.2. Si la tasa de descuento es cero, el VAN es la suma

⁷ James, Van Horne, *Administración financiera*. Buenos Aires. Ediciones Contabilidad Financiera, 1976, p. 100.

Gráfico 16.2



algebraica de los flujos de caja del proyecto, puesto que el denominador de la fórmula 16.12, sería siempre 1. A medida que se actualiza a una tasa de descuento mayor, el VAN va decreciendo.

Al cruzar el origen (VAN igual a cero), la tasa de descuento i_0 se iguala a la tasa interna de retorno. Recuérdese que la TIR es aquella tasa que hace al VAN del proyecto igual a cero.

Luego, si el criterio del VAN indica la aceptación de un proyecto cuando éste es cero o positivo (o sea, cuando la tasa de descuento i está entre cero e i_0) y si el criterio de la TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno r es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento ($r > i$ para cualquier i entre cero e i_0), donde $r = i_0$, ambas conducirán necesariamente al mismo resultado⁸.

⁸ Dado que

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

y que

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

el VAN en la primera ecuación podrá ser cero sólo si $r = i$.

Lo anterior no siempre es tan concluyente cuando se desea jerarquizar proyectos. Tómense como ejemplo los flujos del cuadro 16.3, correspondiente a dos proyectos que requieren igual inversión pero que son alternativas para obtener un mismo fin, o sea son excluyentes entre sí, y que presentan diferencias en la recepción de ingresos futuros netos.

Cuadro 16.3

Ejemplo de flujos divergentes en la aplicación de *TIR* y *VAN* en jerarquización de proyectos

Proyecto	Periodo			
	0	1	2	3
A	- 12.000	1.000	6.500	10.000
B	- 12.000	10.000	4.500	1.000

La *TIR* del proyecto A es 16,39%, mientras que la del proyecto B es 20,27%. De esto podría concluirse que el proyecto B debería ser aceptado.

Sin embargo, si se analiza el *VAN* se observan resultados diferentes, que dependen de la tasa de descuento pertinente para el proyecto. Los *VAN* que se obtienen a diferentes tasas son los que muestra el cuadro 16.4.

Cuadro 16.4

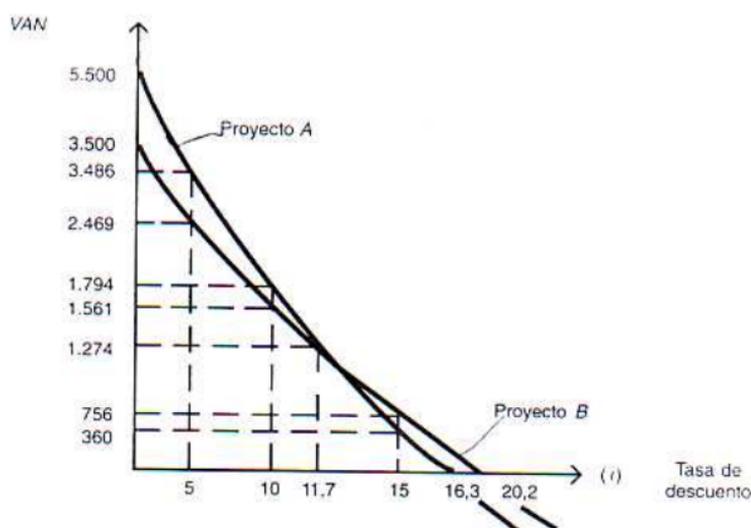
Valores actuales netos resultantes de diferentes tasas de descuento

Proyecto	Tasa de descuento			
	5%	10%	11,72%	15%
A	3.486	1.947	1.274	360
B	2.469	1.561	1.274	756

Mientras la tasa es superior a 11,72%, el *VAN* y la *TIR* coinciden en aceptar el proyecto B. Sin embargo, si la tasa es inferior a 11,72%, el *VAN* es mayor para el proyecto A, siendo el resultado contradictorio con el entregado por la *TIR*.

Esta situación se aprecia más claramente en el gráfico 16.3.

Gráfico 16.3



La diferencia de los resultados que proporcionan ambas técnicas se debe a los supuestos en que cada una está basada. Mientras que el criterio de la tasa interna de retorno supone que los fondos generados por el proyecto serían reinvertidos a la tasa de rentabilidad del proyecto, el criterio del valor actual neto supone una reinversión a la tasa de descuento de la empresa.

Si se supone que la empresa actúa con un criterio de racionalidad económica, ella invertirá hasta que su beneficio marginal sea cero (VAN del último proyecto igual cero); es decir, hasta que su tasa de rentabilidad sea igual a su tasa de descuento. Si así fuese, un proyecto con alta TIR difícilmente podrá redundar en que la inversión de los excedentes por él generados reditúen en otras alternativas igual tasa de rendimiento. Sin embargo, según el supuesto de eficiencia económica, la empresa reinvertirá los excedentes a su tasa de descuento, ya que si tuviera posibilidades de retornos a tasas mayores ya habría invertido en ellas. Hay que señalar que algunos autores cuestionan el supuesto de que la TIR reinvierte los flujos del proyecto a la misma tasa.

Por otra parte, si el VAN proporciona una unidad de medida concreta de la contribución de un proyecto a incrementar el valor de la empresa, debe ser éste el criterio que tendrá que primar en la evaluación⁹.

□ Otros criterios de decisión

Muchos otros métodos se han desarrollado para evaluar proyectos, aunque todos son comparativamente inferiores al del valor actual neto. Algunos, por no considerar el valor tiempo del dinero y otros porque, aunque lo consideran, no entregan una información tan concreta como aquél.

Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del periodo de recuperación de la inversión, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptable por la empresa. Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada periodo, el cálculo se simplifica a la siguiente expresión:

⁹ Normalmente, al jerarquizar proyectos de distinta vida útil, surge la duda de si se deben o no evaluar en un mismo horizonte de tiempo.

Un planteamiento es que si no se hace así, el proyecto de menor duración queda en desventaja relativa, puesto que no se consideraría que los recursos por él generados se pueden reinvertir y generar más fondos entre el periodo de su finalización y el término de la alternativa con que se compara.

Sin embargo, una empresa que es eficiente en sus decisiones habrá implementado todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo, o en otras palabras, su tasa de rendimiento será mayor que la tasa de descuento. Por tanto, cualquier inversión marginal se hará a la tasa de descuento. En este caso, el VAN marginal de invertir los excedentes del proyecto de menor duración durante el periodo necesario para igualar la finalización del proyecto más largo será cero y, en consecuencia, irrelevante. Es decir, no tendría sentido igualar las duraciones de las alternativas.

Pero si la empresa no se encuentra maximizando su potencial generador de utilidades, por incapacidad gerencial, restricción en sus oportunidades de financiamiento, etc., la inversión de los excedentes del proyecto más corto a una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento dará un VAN marginal positivo. En este caso sí sería necesaria la igualación de sus duraciones.

Teóricamente se han planteado muchas formas de igualar los flujos. Por ejemplo, suponer que ambos proyectos son reiterativos hasta tal cantidad de veces como sea necesario para que coincidan sus finalizaciones. Sus limitaciones son obvias. Otra forma consiste en suponer que el proyecto más largo se liquida en la finalización del más corto. Para ello se considera un valor de liquidación que incrementa el flujo de caja del último periodo.



$$PR = \frac{I_0}{BN} \quad (16.25)$$

donde PR , periodo de recuperación, expresa el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial I_0 cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada periodo son BN .

Por ejemplo, si la inversión fuese de \$2.000 y los beneficios netos anuales de \$400, el periodo de recuperación sería de:

$$\begin{aligned} PR &= \frac{2.000}{400} \\ &= 5 \end{aligned}$$

Es decir, en cinco años se recupera la inversión nominal.

Si el flujo neto difiriera entre periodos, el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requiere para recuperar la inversión.

Suponiendo una inversión de \$3.000 y flujos que se muestran en el siguiente cuadro, se obtendría:

Año	Flujo anual	Flujo acumulado
1	500	500
2	700	1.200
3	800	2.000
4	1.000	3.000
5	1.200	
6	1.600	

En este ejemplo, la inversión se recupera al término del cuarto año.

La ventaja de la simplicidad de cálculo no logra contrarrestar los peligros de sus desventajas. Entre éstas cabe mencionar que ignora las ganancias posteriores al periodo de recuperación, subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad. Tampoco considera el valor tiempo del dinero, al asignar igual importancia a los fondos generados el primer año con los del año n .

Lo anterior se puede solucionar si se descuentan los flujos a la tasa de descuento y se calcula la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

En el ejemplo anterior se tendría, descontando los flujos a la tasa del 10% anual, lo siguiente:

Año	Flujo anual	Flujo actualizado	Flujo acumulado
1	500	454,54	454,54
2	700	578,48	1.033,02
3	800	601,04	1.634,06
4	1.000	683,00	2.317,06
5	1.200	745,08	3.062,14
6	1.600		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a cinco años.

Sin embargo, si los flujos de caja futuros fuesen constantes, el periodo de recuperación se calcularía fácilmente determinando el valor de n en la tabla 4.

Si una inversión inicial de \$2.673 genera beneficios netos de \$1.000 durante diez años y la tasa de descuento es de 6%, el valor de n corresponde a:

$$T_4^n = \frac{2.673}{1.000} = 2.673$$

Al buscar en la tabla 4, se encuentra que en la columna del 6%, el factor 2,6730 está en la fila de $n = 3$. O sea, la recuperación del capital es en tres años.

Otro criterio comúnmente utilizado es el de la tasa de retorno contable, que define una rentabilidad anual esperada sobre la base de la siguiente expresión:

$$TRC = \frac{BN}{I_n} \quad (16.26)$$

donde la tasa de retorno contable, TRC , es una razón porcentual entre la utilidad esperada de un periodo y la inversión inicial requerida.

Con las cifras del ejemplo utilizado en la explicación del periodo de recuperación, puede determinarse la tasa de retorno contable como sigue:

$$TRC = \frac{400}{2.000}$$

$$= 0,20$$

Como puede apreciarse, este criterio es el inverso del periodo de recuperación y, por tanto, sus desventajas son similares.

Ciertas modificaciones a este criterio, como la de definir una utilidad contable en lugar del flujo de caja, sólo han incrementado sus deficiencias.

Cuando se evalúa un proyecto individual, la tasa interna de retorno, como se señaló, constituye una medida adecuada de decisión. El siguiente planteamiento demuestra el grado de error que conlleva la tasa de retorno contable y el periodo de recuperación de la inversión. Para ello se trabajará sobre la base de flujos uniformes en el tiempo.

La TIR , como se ha visto, se obtiene de calcular el r en la siguiente ecuación:

$$I_o = \frac{BN_1}{1+r} + \frac{BN_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+r)^n} \quad (16.27)$$

que puede expresarse como:

$$I_o = \frac{BN}{1+r} \left[1 + \frac{1}{1+r} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}} \right] \quad (16.28)$$

Luego, la TIR es:

$$r = \frac{BN}{I_o} - \frac{BN}{I_o} \left[\frac{1}{1+r} \right]^n \quad (16.29)$$

Puesto que se definió la tasa de retorno contable como la división de BN entre I_o , puede remplazarse en la ecuación anterior, de tal forma que:

$$r = TRC - TRC \left[\frac{1}{1+r} \right]^n \quad (16.30)$$

Despejando TRC , se obtiene:

$$TRC = \frac{r}{1 - \left[\frac{1}{1+r} \right]^n} \quad (16.31)$$

Luego, si la TIR es 10% y los periodos de evaluación fuesen 10, la tasa de retorno contable sería:

$$TRC = \frac{0,10}{1 - \left[\frac{1}{1 + 0,010} \right]^n} = 0,163$$

Como $r = 10$, la TRC sobrestima la rentabilidad del proyecto en 0,063 (6,3%)¹⁰. Al calcular esta variabilidad para distintos valores de la TIR y del n , se obtiene el cuadro 16.5, que indica puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno contable sobre la tasa interna de retorno. En todos los casos considerados en este cuadro existe una sobrestimación en la evaluación del proyecto basado en los criterios de periodo de recuperación o tasa de retorno contable.

Cuadro 16.5

Puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno sobre la TIR

n	TIR			
	2%	5%	10%	20%
5	+48,8	+18,1	+8,0	+3,0
10	+47,6	+16,4	+6,3	+1,8
20	+45,4	+13,4	+3,9	+0,7
40	+41,7	+9,1	+0,9	+ ..

¹⁰ Nótese que la variación de 6,3% absoluto equivale en realidad al 63% de error sobre la TIR del 10%.

Un tercer criterio tradicionalmente utilizado en la evaluación de proyectos es la razón beneficio-costo. Cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados de caja, lleva a los mismos problemas ya indicados respecto al valor tiempo del dinero. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica la expresión siguiente:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} + I_0} \quad (16.32)$$

que no es otra cosa que una variación de la ecuación 16.18 para calcular el VAN, en la cual se restaba el denominador al numerador de la ecuación 16.32.

Una forma diferente de presentar este indicador es:

$$\frac{\sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}} \quad (16.33)$$

donde

Y = Ingresos

E = Egresos (incluida I)

Esta interpretación es más lógica con respecto a los beneficios (ingresos) y costos (egresos con I incluida).

Es fácil apreciar que ambas fórmulas proporcionan igual información. Cuando el VAN es cero (ambos términos de la resta son idénticos) la RBC es igual a 1. Si el VAN es superior a cero, la RBC será mayor que 1.

Las deficiencias de este método respecto al VAN se refieren a que entrega un índice de relación, en lugar de un valor concreto; requiere mayores cálculos, al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una, y se debe calcular una razón, en lugar de efectuar una simple resta.

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.

El valor anual neto equivalente (VAE) se determina calculando primero el VAN del proyecto y después su equivalencia como flujo constante. Esto es:

$$VAE = \frac{VAN}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}} \quad (16.34)$$

Por ejemplo, si se comparan dos proyectos que presentan la siguiente información, el VAN del proyecto A es mejor que el del proyecto B. Sin embargo, su VAE indica lo contrario:

	Vida útil	VAN	VAE	<i>i</i>
Proyecto A	9 años	3.006	630	15%
Proyecto B	6 años	2.975	786	15%

Quienes plantean este modelo señalan que el VAN no puede usarse para comparar opciones con distinta vida útil ya que no considera el incremento en la riqueza anual del inversionista.

Alternativamente, proponen "repetir" ambos proyectos tantas veces como sea necesario para que finalicen en un mismo momento. Por ejemplo, para el caso anterior, ambos proyectos deberían evaluarse en un horizonte de 18 años, asumiendo que el primero se repite dos veces y el segundo tres veces.

Ambas propuestas, sin embargo, tienen un supuesto que debe ser evaluado en cada situación antes de ser utilizado: todas las opciones pueden ser repetidas en las mismas condiciones de la primera vez, sin que se modifique su proyección de flujos, ni por cambios en el entorno ni por cambios en la competencia ni en ningún otro factor.

Si los proyectos que se evalúan son para determinar qué maquinaria usar, es muy probable que los métodos señalados sean válidos, pero si los proyectos que se evalúan son de carácter comercial, es muy posible que al término del sexto año la empresa no encuentre un proyecto tan rentable como el B y, si es eficiente, deberá invertir a su tasa de costo de capital (siendo eficiente, ya habrá invertido en todos los

proyectos que midan sobre su tasa de costo del capital). Siendo así, el VAN de todo proyecto que haga desde ese momento será cero, con lo cual vuelve a ser más atractivo al proyecto que, en definitiva, exhiba el mayor VAN.

El VAE o la suposición de replicar varias veces el proyecto sólo serán válidos cuando el supuesto de repetencia puede ser probado.

Una forma de corregir el efecto de vidas útiles diferentes será incorporando un mayor valor de desecho al equipo de mayor vida útil al momento de la vida útil del de menor duración.

Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto

Del análisis realizado al inicio del presente capítulo se puede deducir que una inversión es el sacrificio de un consumo actual por otro mayor que se espera en el futuro. Al ser esto así, lo que debe ser relevante en la evaluación de un proyecto son los flujos reales, en lugar de sus valores nominales. En economías con inflación, en consecuencia, los flujos nominales deberán convertirse a moneda constante, de manera tal que toda la información se exprese en términos de poder adquisitivo del periodo cero del proyecto, suponiendo que éste representa el periodo en que se evaluará económicamente.

La incorporación de la inflación como factor adicional a la evaluación de proyectos supone procedimientos similares, cualquiera que sea el criterio utilizado. Dicho procedimiento implica que tanto la inversión inicial como el flujo de caja y la tasa de descuento deben ser homogéneos entre sí; es decir, deben estar expresados en moneda constante de igual poder adquisitivo. Para ello, lo más simple es trabajar con los precios vigentes al momento de la evaluación. En este caso, la ecuación 16.19 se aplica directamente.

Si los flujos tuvieran incorporada la expectativa de la inflación, tanto en sus ingresos como en sus egresos, el VAN se calculará de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{[(1+i)(1+\emptyset)]^t} - I_0 \quad (16.35)$$

donde $(1 + \emptyset)$ representa el factor de descuento de los flujos por el efecto de la inflación (\emptyset).

Sin embargo, para que la fórmula 16.35 se pueda utilizar correctamente, debe existir la condición de que toda la inversión inicial tenga

el carácter de no monetaria¹¹. Pero son muchos los proyectos que requieren una inversión significativa en activos monetarios; por ejemplo, aquellas inversiones en capital de trabajo como efectivo o cuentas por cobrar que ven disminuido el poder adquisitivo de la inversión por efectos de la inflación. Cuando la inversión inicial está compuesta, parcial o totalmente, por elementos monetarios, en cada periodo posterior a la evaluación habrá una pérdida de valor por inflación, que deberá descontarse de los flujos de efectivo en los periodos correspondientes.

Si la inversión inicial estuviera en moneda constante, pero tuviera un componente parcial de activos monetarios, y estando el flujo de caja también en moneda constante, el VAN del proyecto resulta de la siguiente formulación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t - \left[\frac{I_0^m}{(1 + \emptyset)^t} \right] \times \emptyset}{(1 + i)^t} - I_0 \quad (16.36)$$

donde el factor

$$\frac{I_0^m}{(1 + \emptyset)^t} \times \emptyset$$

representa la pérdida por inflación que afecta a la parte de la inversión inicial que tiene un carácter monetario (I_0^m).

Al descontar esta pérdida por inflación, el numerador de la sumatoria queda expresado en moneda real del periodo cero, con lo cual la evaluación se realiza sobre bases más exactas.

Nótese que para calcular el TIR en estas condiciones el procedimiento es idéntico. Bastará con hacer el VAN igual a cero en la ecuación 16.36 y buscar la tasa r (i , en la ecuación) que haga factible ese resultado.

Si se considera, por otra parte, la posibilidad de endeudamiento para financiar la inversión inicial, parcial o totalmente, surgen dos efectos complementarios similares. Primero, teniendo el endeuda-

¹¹ No monetarios son aquellos bienes reales que no modifican su valor real en épocas de inflación (inventarios, equipos, deuda en moneda extranjera), mientras que monetarios son aquellos que sí se modifican (efectivo en caja, cuentas por cobrar o pagar en moneda nacional).

miento una tasa de interés fija por periodo, el monto real que hay que pagar por este concepto se abarata en presencia de inflación. Segundo, al amortizarse el préstamo en un periodo futuro, también se genera una ganancia por inflación derivada del pago diferido de una cantidad fija.

No interesa analizar aquí si el prestatario ha recargado a la tasa de interés cobrada un factor adicional por sus propias expectativas de una tasa de inflación. Lo que realmente interesa es corregir los flujos de caja del proyecto, de manera que expresen la situación real esperada.

Para aclarar estos conceptos, supóngase la existencia de un proyecto que ofrece el siguiente flujo de caja:

Periodo	Flujo neto
0	-1.000
1	200
2	400
3	700

Si el 20% de la inversión del año cero fuera financiada con un préstamo amortizable a fines del tercer año en una sola cuota, si la tasa de interés es del 15% cancelable anualmente y si la inflación esperada fuese del 10% anual, se tendría un flujo por el financiamiento como el que muestra el cuadro 16.6.

Cuadro 16.6

Periodo	Flujo por financiamiento			Flujo total
	Intereses	Amortización	Préstamo	
0			200	200
1	- 30			- 30
2	- 30			- 30
3	- 30	- 200		- 230

Como se mencionó, el desembolso de los intereses y la amortización generan una ganancia por inflación que se calcula aplicando al flujo un factor de descuento por inflación, de manera que:

$$200 + \frac{-30}{(1 + 0,10)} + \frac{-30}{(1 + 0,10)^2} + \frac{-230}{(1 + 0,10)^3}$$

con lo que se tiene:

$$200 - 27,07 - 24,79 - 172,80$$

Al combinar el flujo del proyecto con el flujo del financiamiento resulta:

Periodo	Flujo proyecto	Financiamiento	Flujo neto ¹²
0	- 1.000	200,00	- 800,00
1	200	- 27,07	172,93
2	400	- 24,79	375,21
3	700	- 172,80	527,20

Al generalizar este último caso, puede plantearse la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t - \left[\frac{jI_0^p}{(1 + \emptyset)^t} - \frac{I_0^p}{(1 + \emptyset)^n} \right]}{(1 + i)^t} - (I_0 - I_0^p) \quad (16.37)$$

donde j representa la tasa de interés del préstamo e I_0^p el monto de la inversión financiada con préstamo. En el caso que hubieran devoluciones parciales del préstamo, deberá cambiarse la potencia n por t en el factor que la actualiza.

¹² El VAN de este flujo necesariamente será mayor que el del proyecto original, puesto que éste incorpora el efecto de la inflación por pagos diferidos de la amortización y de un interés anual constante, que generan ganancia por inflación. En el caso general, deberá compararse las ganancias por el capital y las pérdidas por los intereses.

Obviamente, es posible combinar las variables de financiamiento y de inversión en activos monetarios. Para ello, bastaría reemplazar el BN_t de la ecuación 16.37 por todo el numerador de la sumatoria de la ecuación 16.36. Igual a como se señaló anteriormente, la *TIR* en este caso se calcula haciendo el *VAN* igual a cero y determinando la tasa r correspondiente.

También es posible agregar las expectativas de inflación de los inversionistas que aportan capital propio. Sin embargo, puesto que su inclusión se efectúa modificando la tasa de descuento, se dejará este análisis para el capítulo siguiente, donde se trata en detalle la determinación de la tasa de descuento pertinente para el proyecto.

Por otra parte, si se evalúa en función de la tasa interna de retorno, surgen consideraciones que llevan a tratar los conceptos de tasas nominal y real de interés. Esto, porque con inflación la *TIR* no se constituye en una medida real de la rentabilidad de un proyecto.

Recordando la ecuación para calcular la *TIR*, se tiene:

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

En este caso, se define r como la tasa nominal del proyecto. Es nominal, porque no ha sido corregida respecto al efecto de inflación. En presencia de ésta, puede modificarse la expresión anterior, separando el factor inflación del factor rendimiento. En este caso, se tiene:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t (1+\emptyset)^t} - I_0 = 0, \quad (16.38)$$

donde R es la tasa de rentabilidad real del proyecto y $(1+r)^t = (1+R)^t (1+\emptyset)^t$.

Luego, basta despejar R de la ecuación 16.38 para obtener la tasa real. Esto es:

$$R = \frac{r - \emptyset}{1 + \emptyset} \quad (16.39)$$

Puesto que el objeto de la *TIR* es ser comparada con una tasa de corte, se presenta como alternativa la de calcular la tasa nominal y compararla con una tasa de corte incrementada por el factor inflación.

De igual forma como se trató el financiamiento, pueden y deben incluirse en el modelo todas aquellas variables que implique pérdidas o ganancias por inflación.

Resumen

En este capítulo se presentaron los principales criterios utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Frente a las limitaciones de los métodos que no consideran el valor tiempo del dinero, se presentan dos alternativas de evaluación: el valor actual neto y la tasa interna de retorno. Si bien ambas tienen ventajas sobre aquéllos, el VAN es en todos los casos superior a la TIR. Quizás a favor de la TIR sólo se pueda plantear, en esta comparación, la mayor facilidad de comprensión de los ejecutivos, que ven en una tasa de rentabilidad una unidad de medida menos compleja que una cantidad de dinero neta expresada en términos actualizados. Las fuertes limitaciones tratadas en este capítulo la hacen, sin embargo, no recomendable para la decisión. La posibilidad de tasas múltiples y el suponer que los beneficios netos generados son reinvertidos a la misma tasa interna de retorno del proyecto son las principales deficiencias del método, que

pueden conducir a decisiones de inversión equivocadas.

Un objetivo especial de este capítulo pretendía dejar de manifiesto la importancia de incluir el análisis de los efectos de la inflación en la evaluación del proyecto. La evaluación, para que tenga sentido de ser, debe tener un carácter lo más realista posible. Sólo así podrá compararse el sacrificio de consumo presente con los mayores ingresos futuros esperados. En consecuencia, será preciso incorporar las ganancias y pérdidas por inflación que se generan sobre los flujos de caja. Si bien se recomienda trabajar con ingresos y egresos expresados en moneda constante, para obviar el problema de inflación en los montos, no puede desconocerse la posibilidad bastante real de la existencia de activos monetarios en la inversión inicial o de una fuente de financiamiento con capital ajeno a tasas de interés nominales constantes que afectarán la valoración real de los flujos de caja del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Señale en qué circunstancias las técnicas de evaluación, *TIR* y *VAN*, pueden conducir a resultados contradictorios y cuándo ellas pueden proporcionar igual resultado.
2. "Un proyecto que tenga un *VAN* negativo puede tener utilidades y uno que tenga un *VAN* positivo puede tener pérdidas". Comente la afirmación.
3. "La tasa interna de retorno mide el costo máximo del capital que puede resistir el proyecto". Comente.
4. "El valor actual de los beneficios brutos descontados a la *TIR* del proyectos son siempre iguales al valor actual de los costos más la inversión, descontadas a esa misma *TIR*". Comente.
5. "El valor actual neto es el método más adecuado para elegir entre proyectos de distinta vida y distinta inversión". Comente.
6. "El criterio de la tasa interna de retorno sirve para optar entre proyectos mutuamente excluyentes que tienen la misma inversión inicial". Comente.
7. "Todo proyecto que muestre una evaluación positiva debe realizarse en el más breve plazo". Comente.
8. "Cuando los recursos no alcanzan para implementar todos los proyectos rentables, el uso de la tasa interna de retorno sigue siendo el método más razonable". Comente.
9. "Si la tasa interna de retorno es positiva, el valor actual neto también lo es". Comente.
10. "Si la tasa marginal interna de retorno de un proyecto es mayor que cero, entonces convendrá aumentar el tamaño de un proyecto". Comente.
11. "Si baja la tasa de interés, subirá el peso promedio de los novillos que se envían al matadero". Comente.
12. "Uno debería estar indiferente entre dos proyectos excluyentes que, teniendo igual *TIR*, tienen también igual flujo de beneficios brutos". Comente.
13. "Si la inversión de un proyecto excede la capacidad financiera del inversionista, será preferible hacer una versión reducida del proyecto que tenga un *VAN* positivo, antes que no hacer nada". Comente.

14. "Un proyecto que presenta un VAN igual a cero no debe implementarse ya que no genera utilidades al inversionista". Comente.
15. "Los cambios en la tasa de retorno requerida determinarán cambios en el precio del producto que se elabore si se llega a implementar el proyecto". Comente.
16. Una empresa está estudiando dos opciones de transporte de sus productos terminados desde la planta a los locales de venta. Uno de ellos es un vehículo que tiene un valor de \$30.000, un costo de operación anual de \$3.200 y un valor de desecho de \$6.000. Su vida útil es de siete años. El otro vehículo cuesta \$50.000 pero tiene un costo anual de sólo \$800. Su valor de desecho es de \$12.000 y su vida útil de diez años. Si no hay impuestos, ¿por cuál alternativa se debería optar?
17. Usted dispone de \$400.000 y tiene dos alternativas para invertirlos:
- a) en un proyecto cuya tasa de rentabilidad es del 11,5% y que requiere una inversión de \$400.000.
 - b) en un proyecto con una rentabilidad de 10,8% y una inversión inicial de \$1.000.000, donde los \$600.000 que faltan para completar el monto de la inversión se obtendrán mediante un préstamo al 10% de interés.

Explique cuál de ellos elige y por qué, si la vida útil de ambos es igual, la recuperación de los fondos se hace en igual número de periodos y no son repetitivos.

18. En la formulación de un proyecto de inversión se presentan dos opciones para enfrentar el problema de corte de 4.800.000 metros de tela que se utilizarían en la confección de un nuevo producto:
- a) Una máquina de procedencia americana a un precio final de \$2.000.000, con capacidad para cortar 800 metros por hora, la que requeriría un operario especializado a un costo de \$600 la hora, gastos variables por \$100 la hora y fijos de \$1.200.000 anuales.
 - b) Dos máquinas europeas, a \$800.000 cada una, capaces de cortar 400 metros por hora cada una. Para su funcionamiento, requerirían personal menos especializado a un salario de \$400 por hora, gastos variables de \$80 la hora y fijos de \$800.000 anuales cada una.

Todas las máquinas tienen una vida útil estimada de diez años, al cabo de los cuales no se espera que tengan valor de desecho.

Si la tasa de descuento pertinente para la evaluación es de un 25% ¿qué alternativa seleccionaría?

19. Usted es dueño de un predio en una zona en pleno crecimiento dentro de la ciudad, por el que recibe una oferta de compra por \$50.000.000 al contado. Si no lo vende, puede destinarlo al arriendo de estacionamientos para vehículos, lo que le reportaría \$3.800.000 al año, siempre que previamente haga inversiones por \$14.000.000 en encerramientos y nivelación del terreno. Se estima que el terreno puede adquirir una plusvalía de \$7.000.000 al año.

Si la tasa de descuento pertinente es del 10%, ¿le conviene vender el terreno?; ¿cuándo le conviene venderlo si no hace los estacionamientos?; ¿le conviene hacer los estacionamientos?; si hace los estacionamientos, ¿cuándo le convendrá vender el terreno?

20. Una persona tiene la intención de jubilarse dentro de 20 años, para lo cual debe, en ese periodo, acumular un capital que le permita recibir un flujo de \$10.000 al año, durante los 15 años posteriores a la fecha de jubilación.

Si todos los flujos suceden al término de cada año y si la tasa de interés es de un 15%. ¿cuánto deberá ahorrar al año para que pueda jubilarse con ese monto?

21. Si la tasa de costo del capital fuese 12%, calcule la rentabilidad de los proyectos correspondientes a los problemas 10 a 22 del capítulo 14.

Bibliografía

- Aluja, Gil, "Incidencia de la inflación en las inversiones de la empresa". *Alta dirección* (57): 91-103, 1974.
- Archer, S., G. M. Choate y G. Racette, *Financial Management*. N. York: Wiley, 1979.
- Bierman, H. y S. Smidt, *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.
- De Pablo, Juan C., "Evaluación de proyectos e inflación", *Administración de empresas* (73): 27-32, 1976.
- Helfer, Erich A., *Técnicas de análisis financiero*. Madrid: Labor, 1975.
- Lerner, Eugene, *Managerial Finance*. N. York: Harcourt Brace, 1971.
- Levy, H. y M. Sarnat, *Investment and Portfolio Analysis*. N. York: Wiley, 1972.

- Lorie H. Savage, L., "Three Problems in Rationing Capital". In *Foundation for Financial Management*. Homewood, Ill.: Irwin, 1966.
- Messuti, Domingo, "Las decisiones financieras y los cambios en el nivel general de precios". *Administración de empresas* (1): 27-45, 1970.
- Newman, David L. *Análisis económico en ingeniería*. México: McGraw-Hill, 1980.
- Pérez-Carballo, Angel. "Impacto de la inflación en la evaluación de proyectos de inversión", *Alta dirección* (74): 43-58 y (75): 27-34, 1977.
- Philippatos, George C., *Financial Management Theory and Techniques*. San Francisco: Holden-Day, 1973.
- Porterfield, James T., *Decisiones de inversión y costos de capital*. México: Herrero Hnos., 1967.
- Pritchard, Roberte, *Operational Financial Management*. Englewood Cliffs, N. Jersey: Prentice-Hall, 1977.
- Ramírez, Octavio, "Presupuestación de capital bajo condiciones de inflación", *Temas administrativos* (32):4-7, 1978.
- Renwick, Fred, *Introduction to Investment and Finance*. Macmillan, 1971.
- Schall, L. y Ch. Haley, *Administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1983.
- Schultz, R. G. y R. E. Schultz, *Basic Financial Management*. Intext Educational Publishers, 1972.
- Van Horne, James, *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.
- Viscione, Jerry A., *Financial Analysis Principles and Procedures*. Boston: Houghton Mifflin, 1977.
- Weston, F. y E. Brigham, *Finanzas en administración*, México: Intera-mericana, 1977.

