

Trampas en la utilización de flujos de caja descontados en la evaluación de propuestas de inversión mutuamente excluyentes.

HENRY CARMONA VELEZ*

RESUMEN

Para propuestas de inversión de capital, mutuamente excluyentes, con igual vida útil y retornos, los cuales sean una función lineal del volumen, ni el índice de rentabilidad, ni la tasa de retorno total ajustada por el tiempo, proveen una base apropiada para escoger, porque ambos parámetros tenderán a favorecer aquella alternativa cuyo relativo retorno sea más alto que su inversión relativa, independientemente del volumen logrado. Solamente, una tasa de retorno incremental o valor presente neto, permitirá distinguir entre los méritos relativos de las propuestas en confrontación.

Existen varias formas de plantear el cálculo del flujo de caja descontado y por ello se debe tener cuidado en la selección del método a utilizar. El analista o evaluador debería ser consciente de las trampas del uso impropio del flujo de caja descontado en la evaluación de propuestas de inversión, mutuamente excluyentes, y saber como enviarlas.

La técnica más comúnmente utilizada para descontar los flujos de caja es, indudablemente, aquella en la que se obtiene una tasa de retorno ajustada por el tiempo o rendimiento, la cual actualiza los flujos de caja a un valor presente neto igual a cero. Si esta tasa de retorno se considera suficiente o aceptable, la propuesta de inversión amerita consideración. Usualmente, una tasa de retorno se determina en forma separada para cada propuesta de inversión, pero en el caso de alternativas mutuamente excluyentes con valores desiguales de inversión, una tasa de retorno podría ser calculada en una base incremental mediante la determinación de una tasa de retorno marginal sobre la inversión adicional.

Un método alternativo es el de calcular el valor presente neto de cada propuesta, con base en una tasa de descuento predeterminada. Para efectos de clasificación, el resultado de este acercamiento técnico puede ser expresado como un índice de rentabilidad (IR), definido aquí como el valor actual o presente de todos los retornos netos futuros dividido por el valor neto de la inversión. No huelga advertir, en este momento, que los índices de rentabilidad no reflejan, necesariamente, el mismo or-

* Bachelor en Administración de Negocios Universidad de Pennsylvania U.S.A.
Master en Administración de Negocios Universidad de Pennsylvania U.S.A.
Magister en Economía Universidad de Santo Tomás Bogotá
Profesor Facultad de Administración de Empresas EAN Bogotá

den de clasificación como las tasas de retorno ajustadas por el tiempo.

Mi preocupación es que algunos de estos métodos no sean válidos como una guía para escoger entre propuestas de inversión mutuamente excluyentes, las cuales involucran diferentes valores de inversión, pero con igual vida útil y retornos sobre inversión, los cuales sean una función lineal del volumen. A este respecto, mi inquietud puede concretarse de la siguiente manera:

— Aplicaciones Válidas

Valor presente: Comparar los totales del valor presente neto.

Tasa de retorno: Comparar la rata de retorno sobre la inversión incremental con la rata mínima requerida.

— Aplicaciones Inválidas

Valor presente: Comparar los índices de rentabilidad.

Tasa de retorno: Comparar la tasa de retorno total de cada alternativa.

Uno u otro acercamiento —valor presente o rata de retorno— puede ser usado de tal manera que se llegue a un resultado válido, siempre que sea correctamente aplicado. Sin embargo, se debe evitar aplicaciones inválidas.

Las anteriores consideraciones se pueden ilustrar, en mejor forma, a través de un caso hipotético para demostrar que ambos métodos, índice de rentabilidad y rata de retorno, favorecen la misma alternativa en todos los volúmenes posibles bajo las suposiciones expuestas, y por lo tanto, estos métodos son inválidos como base para una selección. El valor presente neto y la rata de retorno incremental, de otra parte, conducen a diferentes decisiones dependiendo de volúmenes anticipados y así son una base válida para una mejor distinción entre alternativas.

Asúmase que el volumen de algún producto, servicio, labor o función de administración ha aumentado hasta el punto donde los métodos actuales de mano de obra son obviamente ineficientes y que algún grado de mecanización se considere necesario para reducir el costo. Para el efecto se podría dis-

poner de dos clases de equipo o máquinas mediante los cuales se podría ahorrar trabajo manual:

Alternativa	1	2
Inversión (en miles)	\$ 5.000	\$ 12.000
Ahorros (por unidad)	\$ 200	\$ 400

Dentro de los posibles rangos de actividad en consideración, el ahorro de costo por unidad permanecería constante en todos los volúmenes. Cada máquina o equipo tendría una vida útil estimada de tres años sin valor de rescate. En general la selección entre las alternativas dependería del volumen anticipado de la actividad en consideración.

PLANTEAMIENTO DEL VALOR PRESENTE (Valor actual)

La Tabla No. 1 ilustra índices de rentabilidad comparativos para varios volúmenes anuales asumidos de 20.000 a 60.000 unidades, se aplica depreciación en línea recta y una tasa impositiva del 30%¹. Se asume como tasa de retorno mínima, después de impuestos.

Se observa en la Tabla No. 1 que en cada alternativa de volumen, número 1, se obtiene un mayor índice de rentabilidad, y por un margen cada vez mayor. Sin embargo, parecería que volúmenes más altos, y los mayores ahorros resultantes justificarían la inversión en la alternativa más costosa. Si se calculan los valores presentes, el resultado gira en favor de la alternativa 2 a medida que el volumen aumenta. Esto puede observarse ampliamente en la Figura No. 1.

Algunas observaciones adicionales puede ser de interés destacar. Al cero volumen, los índices de rentabilidad son idénticos representados por un 0,1650. Esto explica el valor de la protección de impuestos relativa a la inversión.

El factor del valor presente de la anualidad de \$1, a 3 años, es 1,6516 con un interés del 37%, y el valor de la depreciación por año es de 1/3 de la inversión.

Así,

$$1/3 \times 0,30 \times 1,6516 = 0,1650$$

lo cual es una constante independiente del tamaño de la inversión.

Tabla No. 1

Valores presentes e índices de rentabilidad. Comparativos para varios volúmenes anuales (Miles de \$)

	Volumen anual en unidades						Alternativa número				
	20.000		30.000		40.000			50.000		60.000	
	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2
Ahorro M. de Obra	\$ 4.000	8.000	6.000	12.000	8.000	16.000	10.000	20.000	12.000	24.000	
Depreciación	\$ 1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	
Ingreso gravable	\$ 2.333	4.000	4.333	8.000	6.333	12.000	8.333	16.000	10.333	20.000	
Impuestos	\$ 700	1.200	1.300	2.400	1.900	3.600	2.500	4.800	3.100	6.000	
Ingreso Neto	\$ 1.633	2.800	3.033	5.600	4.433	8.600	5.833	11.200	7.233	14.000	
Depreciación	\$ 1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	1.667	4.000	
Flujo	\$ 3.300	6.800	4.700	9.600	6.100	12.600	7.500	15.200	8.900	18.000	
Factor del valor presente de una anualidad a 3 años al 37%	1.6516		1.6516		1.6516		1.6516		1.6516		
Valor presente del flujo (a)	\$ 5.420	11.231	7.762	15.855	10.075	20.810	12.387	15.104	14.699	29.729	
Inversión (b)	\$ 5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000	
IR (a) ÷ (b)	1,084	0,936	1,552	1,321	2,015	1,734	2,477	2,092	2,939	2,477	
VPN (a) - (b)	\$ 420	(769)	2.762	3.855	5.075	8.810	7.387	13.104	9.699	17.729	

Al cero volumen, el valor presente neto de las alternativas son \$(4.175.000) y \$(10.200.000) respectivamente, representando el exceso de la inversión sobre el valor presente de la protección de impuestos. Este exceso es igual a 1 menos 0,1650 o sea 0,8350 x \$5 y \$12 millones respectivamente.

Mediante el planteamiento del valor presente hay un punto de indiferencia más allá del cual la alternativa 2 se vuelve más atractiva. Este punto es aproximadamente 25.278 unidades anualmente, rindiendo un valor presente neto cerca de \$1.670.845 bajo cualquier alternativa. El valor presente de los ahorros de costos, después de impuestos, de las ventas de una unidad por año puede calcularse como:

$1,6516 \times (1 - 0,30) \times \200 y $\$400$ respectivamente para las alternativas 1 y 2 lo cual es igual a $\$231,22$ y $\$462,45$.

Utilizando el valor presente neto al cero volumen, como se calculó anteriormente, y permitiendo que X = volumen anual en unidades, el punto de indiferencia, como se establece en la Tabla No. 2, se puede deducir resolviendo el valor de X :

$$\$462,45 X - \$231,22 X = \$231,23 X$$

$$\$10.020.000 - \$4.175.000 = \$5.845.000$$

$$\$231,23 X = \$5.845.000$$

$$X = 25.278 \text{ Unidades}$$

PLANTEAMIENTO DE LA TASA DE RETORNO

La Tabla No. 3 muestra las ratas de retorno comparativas, mediante la utilización de los mismos datos y rangos de volúmenes establecidos en la Tabla No. 1. Las comparaciones se hallan graficadas en la Figura No. 2.

Las ratas de retorno se determinan de los períodos promedio de recuperación (pay-back), de acuerdo al siguiente procedimiento:

Para una inversión, de retornos anuales iguales a través de toda su vida económica, el período promedio de recuperación (pay-back) se calcula dividiendo el valor de la inversión por un retorno anual. El factor así calculado, no sólo representa el período promedio de retorno, también representa, el factor del valor presente de la anualidad de \$1, que al ser ubicado en una tabla de factores

permite obtener el porcentaje o tasa de retorno ajustada por el tiempo, en forma directa o por interpolación. Esta tasa de retorno es simplemente la tasa de descuento que permite que los retornos iguales anuales se igualen a la inversión inicial.

Nótese que en cada volumen de la Tabla No. 3, la alternativa 1 tiene la más alta tasa de retorno, y por un margen cada vez mayor. Este es el mismo comportamiento exhibido por el índice de rentabilidad en la Tabla No. 1. Una vez más parecería que los volúmenes altos y los mayores ahorros resultantes justificarían la inversión en la alternativa más costosa. Si se previera un volumen de 60.000 unidades anuales, por ejemplo, sería preferible, entonces, obtener un retorno del 132% sobre una inversión de \$5 millones o un retorno de 103% sobre una inversión de \$12 millones? Probablemente sería preferible escoger lo último. El problema con la tasa total de retorno es que la misma ignora o no refleja el tamaño relativo de la inversión.

Si la tasa de retorno es el parámetro a utilizar como criterio de análisis, en la clase de situación que aquí se plantea, dicha tasa debe ser incremental. Al escoger entre la alternativa 1 con una inversión de \$5 millones y la alternativa 2 con una inversión de \$12 millones, el punto esencial es si la inversión incremental de \$7 millones sería justificable.

Si el volumen anual previsto fuese de 30.000 unidades, el ingreso neto adicional sería de \$2.567 por año (\$5.600 menos \$3.033) y la rata de retorno incremental sería solamente del 5,1%;

$$(\$7.000 \div \$2.567 = 2,727,$$

lo cual aproxima el valor presente de una anualidad de \$1 para 3 años, al 5,1%). Esta tasa de retorno no sería suficiente, desde ningún punto de vista, en comparación con la tasa mínima requerida del 37%, después de impuestos, para efectos de evaluación.

Si, de otra parte, se previera un volumen de 40.000 unidades anuales, el ingreso neto adicional de \$4.167, (\$8.600 - \$4.433) representaría, aproximadamente, un 35% de tasa de retorno incremental sobre la inversión incremental de \$7.000. Esta tasa, en consecuencia, justificaría suficientemente la alternativa de mayor inversión.

La ilustración precedente demuestra que, para el caso específico que se ha asumido, el método de una tasa de retorno total o el índice de rentabilidad

Figura No. 1

INDICES DE RENTABILIDAD
(Comparación)

Cifras de la Tabla No. 1

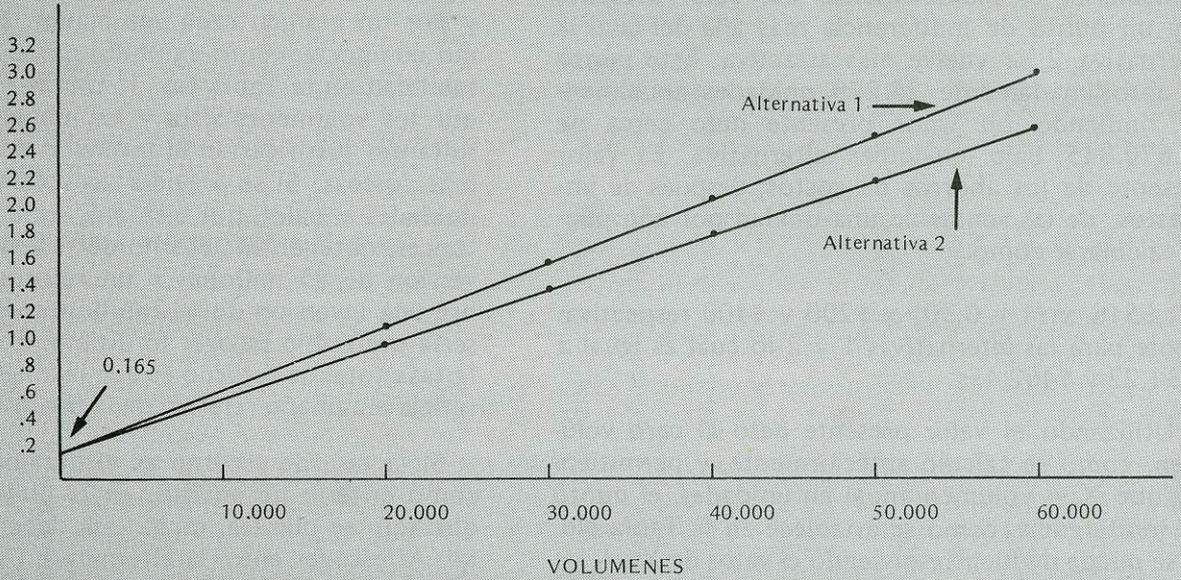


Figura No. 2

VALOR PRESENTE NETO

Cifras de la Tabla No. 1

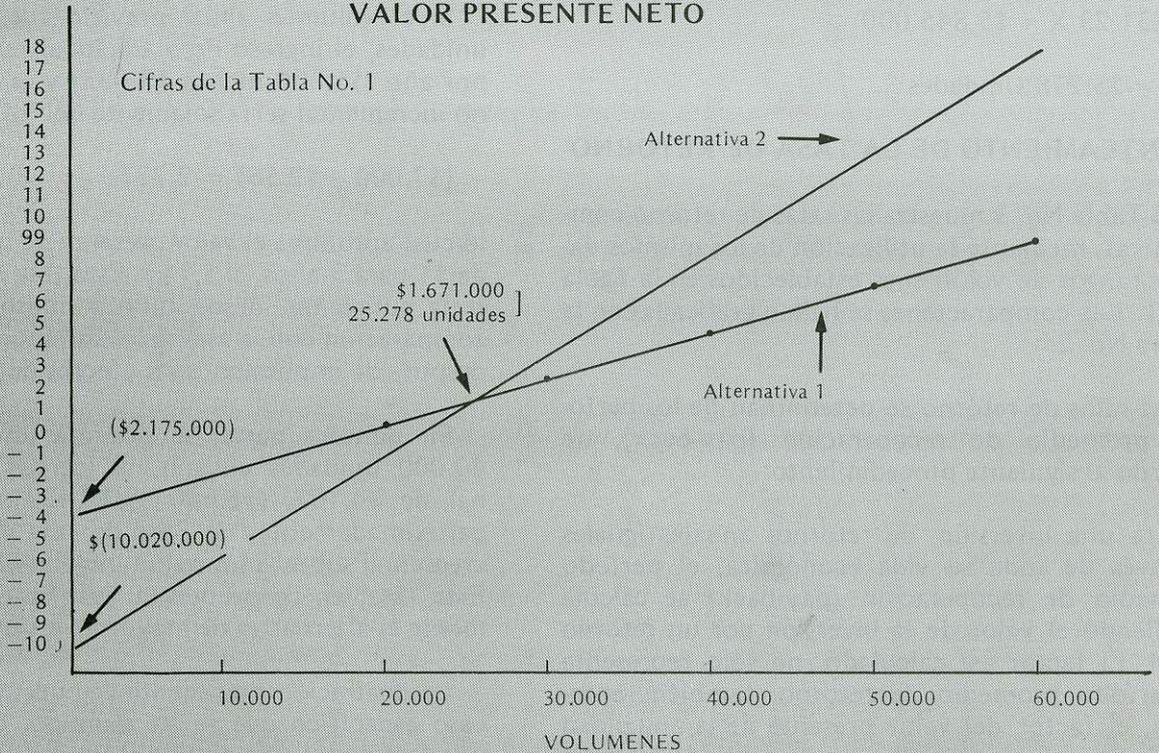


Tabla No. 2

EL PUNTO DE INDIFERENCIA

	ALTERNATIVA	
	1	2
Volumen anual en unidades	25.278	25.278
Ahorro de costo por unidad	\$ 200	\$ 400
Ahorros brutos	\$5.055.600	\$10.111.200
Depreciación	1.667.000	4.000.000
Ingreso gravable	\$3.388.600	\$ 6.111.200
Impuesto al 30%	1.016.580	1.833.360
Ingreso Neto	\$2.372.020	4.277.840
+ Depreciación	1.667.000	4.000.000
Flujo	\$4.039.020	\$ 8.277.840
Factor del valor presente	1,6516	1,6516
Total valor presente	\$6.670.845	\$13.670.845
Menos Inversión	5.000.000	12.000.000

no constituiría una base válida para la discriminación de alternativas de inversión mutuamente excluyentes.

Se podría, entonces, formular la pregunta, respecto de que si la anterior apreciación tiene siempre validez o es aplicable únicamente a casos limitados y en los cuales se incluya alguna información peculiar. Este aspecto se abstrae en el apéndice de este artículo en el cual se presenta una prueba algebraica sobre las relaciones ilustradas previamente.

CONSECUENCIAS DE UNA IMPROPIA EVALUACION

Una posible negligencia en el reconocimiento de que ciertos métodos de flujos de caja descontados pueden ser inválidos como base para escoger entre inversiones de capital mutuamente excluyentes pudiera resultar desafortunada.

Por ejemplo, el recomendar la inversión en la alternativa 1, con un volumen de 40.000 unidades, utilizando la tasa de retorno total como criterio de decisión, significaría un error. Es probable que un somero análisis impresionará favorablemente a la

persona encargada de tomar la decisión teniendo ante sí una tasa de retorno total del 70%, después de impuestos (Tabla No. 3). De lo que no se daría cuenta la persona, motivo de esta hipótesis, es que estaría, con desconocimiento, rechazando una inversión adicional de \$7.000 la cual significaría una tasa de retorno, después de impuestos del 35%.

Se podría decir que a menos que el o los responsables de la toma de decisiones en inversiones de capital puedan usar un criterio apropiado, al escudriñar oportunidades de inversión, a niveles más bajos, inversiones en cierto grado deseables o aceptables puedan llegar a nunca ser propuestas o consideradas.

APENDICE

Las inversiones con igual retornos anuales en determinado número de años tienen un pay-back el cual puede ser usado como indicador de la tasa de retorno, ajustada por el tiempo, como se estableció previamente. Sus alternativas de inversión, mutuamente excluyentes, de esta naturaleza tienen igual vida útil, entonces la alternativa con el más corto período promedio de recuperación (pay-back) ten-

Tabla No. 3

Tasas de retorno total e incrementales para varios volúmenes anuales

	Volumen anual en unidades									
	20.000		30.000		40.000		50.000		60.000	
	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número	Alternativa número
Ingreso Neto (a)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Inversión (b)	\$1.633	2.800	3.033	5.600	4.433	8.600	5.833	11.200	7.233	14.000
Pay-back años (b) ÷ (a)	\$5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000	5.000	12.000
Tasa retorno total (3 años vida útil)	3,062	4,285	1,645	2,143	1,128	1,395	0,857	1,071	0,691	0,857
	0%	0%	37%	19%	70%	50%	103%	76%	132%	103%
Flujo incremental (Alternativa 2 menos alternativa 1 (c))		\$1.167		\$2.567		\$4.167		\$5.367		6.767
Inversión Incremental (\$12.000 - \$5.000) (d)		7.000		\$7.000		\$7.000		\$7.000		\$7.000
Pay-back años (d) (c)		5,998		2,727		1,680		1,304		1,034
Tasa de retorno total incremental (3 años)		0%		5,1%		35%		56%		80%

drá la mayor tasa de retorno, y la alternativa con el pay-back más prolongado tendrá una tasa de retorno más baja. Si, de otra parte, las alternativas tienen pay-back iguales, entonces generarán tasas de retorno iguales sobre la inversión. Las siguientes pruebas se basan en esta relación:

Sea:

RSI = Tasa de retorno sobre la inversión.

P = Período promedio de retorno (pay-back).

C = Contribución total a la utilidad después de impuestos en determinado volumen, ignorando el beneficio de la protección de impuestos por la depreciación.

kl = El valor de la protección de impuestos por la depreciación en línea recta.

k = Constante, la tasa impositiva dividida por la vida de la inversión, y

I = La inversión.

Entonces,

$$P = \frac{I}{C + kl}$$

1 y 2 Subscriptos representando dos alternativas mutuamente excluyentes.

a = La inversión relativa.

b = La contribución relativa a la utilidad,

$$\frac{C_2}{C_1}$$

El resultado de estas reglas se demuestran:

Si $a > b$, entonces $P_2 > P_1$ y $RSI_2 < RSI_1$

Si $a < b$, entonces $P_2 < P_1$ y $RSI_2 > RSI_1$

Si $a = b$, entonces $P_2 = P_1$ y $RSI_2 = RSI_1$

Subsiguiente, se prueba que:

Si $a > b$, entonces $P_2 > P_1$ y $RSI_2 < RSI_1$:

dado

$$a > b$$

multiplicar cada lado por C_1 ,

$$aC_1 > bC_1$$

sumar akl_1 , a cada lado,

$$aC_1 + ak_1l_1 > bC_1 + ak_1l_1$$

factor,

$$a(C + kl) > bC_1 + ak_1l_1$$

dividir cada lado por $C_1 + kl_1$,

$$a > \frac{bC_1 + ak_1l_1}{C_1 + kl_1}$$

multiplicar cada lado por l_1 ,

$$al_1 > \frac{l_1(bC_1 + ak_1l_1)}{C_1 + kl_1}$$

dividir cada lado por $bC_1 + ak_1l_1$,

$$\frac{al_1}{bC_1 + ak_1l_1} > \frac{l_1}{C_1 + kl_1}$$

sustituir l_{21} por al_1 y C_2 por bC_1 ,

$$\frac{l_2}{C_2 + kl_2} > \frac{l_1}{C_1 + kl_1}$$

por definición,

$$P_2 > P_1 \quad \text{y} \quad RSI_2 < RSI_1$$

Si

$$a < b,$$

entonces

$$P_2 < P_1 \quad \text{y,}$$

$$RSI_2 > RSI_1$$

La comprobación incluye los mismos pasos anteriores; simplemente, cambiar los signos de desigualdad.

Similarmente, si

$$a = b,$$

entonces

$$P_2 = P_1 \quad \text{y,}$$

$$RSI_2 = RSI_1$$

La comprobación es al igual que antes, reemplazando los signos de desigualdad con signos iguales.

Una prueba similar se puede efectuar a fin de mostrar que un índice de rentabilidad (IR) también constituye una base inválida para escoger entre alternativas mutuamente excluyentes, con vidas iguales. Si la inversión relativa de la alternativa 2 excede la confiabilidad de la contribución a la utilidad, entonces la alternativa 1 tendrá el IR sin consideración del volumen logrado, y viceversa. Si las inversiones relativas y los ahorros son iguales, entonces los IR serán también iguales.

Sea

IR = Índice de rentabilidad.

Y

p = El valor presente de la anualidad de \$1 de la vida de las inversiones, a una tasa de descuento dada.

Utilizando los otros símbolos definidos anteriormente:

$$IR = \frac{p(C + kl)}{I}$$

y resultan las siguientes reglas, como se demuestra subsiguientemente:

$$IR = \frac{p(C + kl)}{I}$$

y resultan las siguientes reglas, como se demuestra subsiguientemente:

Si

$$a > b,$$

entonces

$$PI_1 > PI_2;$$

Si

$$a < b,$$

entonces

$$PI_1 < PI_2;$$

Si

$$a = b,$$

entonces

$$PI_1 = PI_2$$

Prueba de que si

$$a > b,$$

entonces

$$PI_1 > PI_2;$$

dado

$$a > b$$

multiplicar cada lado por C_1

$$aC_1 > bC_1$$

sumar akl_1 , a cada lado

$$aC_1 + akl_1 > bC_1 + akl_1$$

dividir cada lado por a;

$$C_1 + kl_1 > \frac{bC_1 + kaI_1}{a}$$

$$a < b,$$

$$PI_1 < PI_2$$

dividir cada lado por I

o si

$$\frac{C_1 + kl_1}{I_1} > \frac{bC_1 + kaI_1}{aI_1}$$

$$a = b,$$

$$PI_1 = PI_2$$

multiplicar cada lado por p

es esencialmente similar. Simplemente, invertir los signos de desigualdad o sustituir los signos iguales.

$$\frac{p(C_1 + kl_1)}{I_1} > \frac{p(bC_1 + kaI_1)}{aI_1}$$

NOTAS

sustituir C_2 por bC_1 y I_2 por aI_1

- 1 Se escoge la depreciación en línea recta para simplificar la ilustración y ganar claridad en las relaciones básicas.

$$\frac{p(C_1 + kl_1)}{I_1} > \frac{p(C_2 + kl_2)}{I_2}$$

BIBLIOGRAFIA

por definición

$$PI_1 > PI_2$$

BOWLIN D., Oswald y MARTIN D., John. "Análisis Financiero". México. McGraw Hill. 1982.

BACON P. W. "The Evaluation of Mutually Exclusive Investments, Financial Management. New York. 1977.

SAPAG, Nassir y SAPAG, Reinaldo. "Evaluación de Proyectos". Bogotá. McGraw Hill. 1988.

Al igual que antes, la prueba de que si