

# Relación beneficio/costo

## CAPITULO 12

La *Relación Beneficio/Costo*, *B/C*, consiste en poner en valor presente los beneficios netos y dividirlo por el valor presente de todos los costos del proyecto. La tasa que se utilice para poner en valor presente, tanto los beneficios como los costos, depende de quién lleve a cabo el proyecto, si el proyecto es particular se utiliza la tasa del inversionista, pero si éste es estatal se puede usar la tasa de interés social (que es más baja lo cual hace que la aceptación sea más probable), de acuerdo a lo anterior podemos plantear la siguiente ecuación:

$$\text{Relación } B/C = \frac{\text{Valor Presente de los Ingresos}}{\text{Valor Presente de los Costos}}$$

La *Relación B/C* puede por tanto tomar tres valores:

$$B/C \begin{cases} < 1 \\ = 1 \\ > 1 \end{cases}$$

Si  $B/C < 1$  significa que los ingresos son menores que los costos, por tanto el proyecto no es aconsejable.

Si  $B/C = 1$  significa que en valor presente, los ingresos son iguales a los egresos, en éste caso, lo único que se alcanza a ganar es la tasa del inversionista, por lo tanto es indiferente realizar el proyecto o continuar con las inversiones que normalmente hace el inversionista.

Si  $B/C > 1$  significa que en valor presente los ingresos son mayores que los egresos, por lo tanto es aconsejable realizar el proyecto.

Las entidades crediticias internacionales tales como: Banco Mundial, Banco Internacional de Desarrollo, Fondo Monetario Internacional, etc., acostumbran a evaluar sus proyectos de inversión mediante la *Relación B/C* y adicionalmente con otro índice que generalmente es el *VPN*. Por esto es de gran importancia que cualquier proyecto que debido a su tamaño necesite financiación internacional sea evaluado con la *Relación B/C*.

Por lo general los grandes proyectos son de propiedad del estado y producen un beneficio o ventaja para la sociedad, pero a su vez también le pueden causar pérdidas a las que llamaremos desbeneficios o desventajas y los costos del proyecto son los dineros invertidos por el estado.

Es de advertir que por B representaremos el beneficio neto es decir beneficios menos desbeneficios o lo que es igual a la ventaja menos la desventaja. Para facilitar la identificación de las cantidades que corresponden a beneficios, desbeneficios y costos, podemos asumir, que en proyectos estatales, el que recibe los beneficios es la sociedad, el que recibe los desbeneficios también es la sociedad y el que hace los gastos es el estado. En proyectos particulares, el dueño del proyecto es el que recibe los beneficios, los desbeneficios y a su vez es el que hace los gastos.

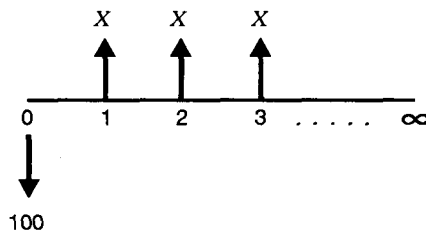
### Ejemplo 1

Dos ciudades A y B están unidos mediante una vieja carretera y se proyecta la construcción de una nueva carretera que costará unos \$100 millones y que acortará el camino entre éstas dos ciudades, lo cual implica una disminución en: el consumo del combustible, aceites, desgaste de vehículos y disminución en el valor del peaje. Todas estas disminuciones se estiman que pueden llegar a valer unos \$28 millones al año. Por otra parte, hay varios comerciantes que han montado restaurantes y hoteles a lo largo de la carretera antigua y con la construcción de la nueva carretera el perjuicio que recibirán éstos comerciantes por disminución del turismo ascendería a unos \$15 millones al año. Utilizando la *Relación B/C* determinar la conveniencia del proyecto utilizando: a) una tasa del 30% y b) tasa del 12%.

*Comentario:* La disminución en consumo de combustibles, aceites, desgaste de vehículos y disminución de peajes vienen a ser un beneficio y la pérdida de turismo viene a ser un desbeneficio porque en ambos casos es el público el que recibe las consecuencias, mientras que el valor del proyecto es el costo cuyo desembolso la hace el estado.

*Solución:*

El *CAUE* de los beneficios y de los desbeneficios ya es conocido y será igual a \$28 millones – \$15 millones = \$13 millones al año. El *CAUE* del costo del proyecto lo podemos calcular asumiendo que los \$100 millones corresponden al valor presente de una serie infinita de \$X c/u al final de cada año.



La fórmula del valor presente de una anualidad infinita es:

$$VP = \frac{X}{i} \text{ y al despejar } X = VP(i)$$

reemplazando se tiene:

$$X = 100(0.3) = \$30 \text{ millones}$$

entonces el índice será:

$$B/C = \frac{13}{30} = 0.43 < 1$$

y por tal razón el proyecto no es aconsejable.

*Observación:* En general todo proyecto debe ser evaluado con mínimo dos índices, por lo tanto, el índice *Relación B/C* exige que sea evaluado con otro índice que por lo general es el *VPN*.

Entonces utilizando éste último índice se tendrá:

Los ingresos netos de cada año son de \$13 millones y el valor presente de una anualidad infinita de \$13 millones será  $13/0.3$

Por tanto el *VPN* será:

$$VPN = -100 + 13/0.3 = -\$56.67 \text{ millones y el } VPN < 0$$

Lo cual confirma la decisión tomada con la *Relación B/C*.

Usando la tasa de interés social del 12% se tendrá que el *CAUE* del costo del proyecto será:

$$X = 100(0.12) = \$12 \text{ millones al año}$$

$$B/C = \frac{28 - 15}{12} = 1.0833 > 1 \text{ y el proyecto será aceptado}$$

aunque no sea lo suficientemente ventajoso.

La comprobación usando el *VPN* será:

$$VPN = -100 + 13/0.12 = 8.33 > 0 \text{ y será aceptado}$$

## LA RELACION B/C Y EL VPN

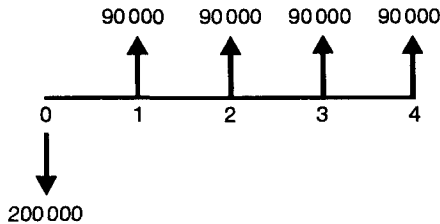
Ocasionalmente se puede presentar una inconsistencia cuando se evalúan alternativas con la *Relación B/C* y con el *VPN*, en tales circunstancias el error debe estar en la *Relación B/C* causado por un incorrecto cálculo de los beneficios, entonces, deberá analizarse lo que pasa con el exceso de inversión, es decir, que debe aplicarse el método incremental a la *Relación B/C*.

### Ejemplo 2

Un inversionista tiene dos opciones para invertir su dinero: en la primera opción invierte \$200.000 y le retornará \$90 000 al final de cada año por los próximos 4 años, la segunda opción consiste en invertir hoy \$300 000 y recibir \$650 000 al final de 4 años. Si la tasa de interés es del 15% efectivo anual determinar la mejor alternativa.

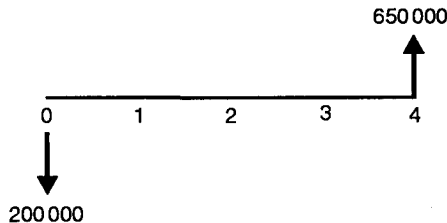
*Solución:*

Primera opción:



$$B/C = \frac{90\,000 \overline{a}|15\%}{200\,000} = 1.28$$

Segunda opción:



$$B/C = \frac{650\,000(1+0.15)^{-4}}{300\,000} = 1.24$$

Con lo cual se concluye que es mejor la primera opción.

Al comprobar los resultados con el *VPN* se tendrá:

primera opción:  $VPN = -200\,000 + 90\,000 \overline{OA} | 15\% = \$56\,948$

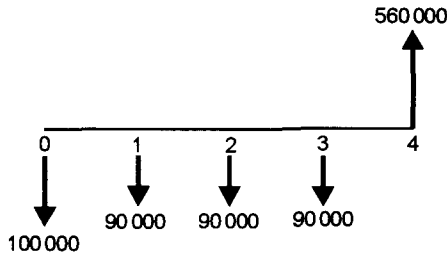
segunda opción:  $VPN = -300\,000 + 650\,000(1+0.15)^{-4} = \$71\,640$

concluyendo que es mejor la segunda opción, y se presenta una contradicción entre la *Relación B/C* y el *VPN*, por lo que habrá necesidad de utilizar el *Método Incremental* en la *Relación B/C* como veremos a continuación:

Denominamos A a la primera opción y B a la segunda opción.

Año	A	B	B - A
0	-200 000	-300 000	-100 000
1	90 000	0	-90 000
2	90 000	0	-90 000
3	90 000	0	-90 000
4	90 000	650 000	560 000

La gráfica de B - A será:



Aplicando la *Relación B/C* al exceso de inversión se tiene:

$$B/C = \frac{560\,000(1+0.15)^{-4}}{100\,000 + 90\,000 \overline{OA} | 15\%} = 1.048 > 0$$

Esto significa que sí se puede aceptar el exceso de inversión, lo cual corrobora la decisión tomada mediante el *VPN* en el sentido de señalar la segunda opción como la mejor.

Cuando se evalúan proyectos estatales mediante la *Relación B/C* se puede incluir una cantidad razonable como beneficio por concepto de recreación, sin embargo ninguno de los intentos que se han realizado hasta el momento con el objeto de asignar valores monetarios a la recreación han sido completamente satisfactorios y de hecho hay muchos analistas que no toman en cuenta éste concepto porque consideran que es muy difícil, sino imposible, hallar los verdaderos valores de la recreación conduciendo a resultados erróneos.

Uno de los intentos de cuantificar monetariamente el beneficio de la recreación consiste en hallar la diferencia entre los gastos de recreación y los gastos normales en que incurriría un habitante de la región por concepto de recreación en un día y multiplicarlo por el número de personas que se estime visitarán el proyecto.

## PERIODO DE RECUPERACION

El *Período de Recuperación, PR*, es otro índice utilizado para medir la bondad de un proyecto pero ha venido perdiendo popularidad para darle paso al *VPN* y a la *TIR* que son más exactos, puesto que el *PR* presenta algunas fallas técnicas. Debemos entender que el *PR* es el tiempo que debe utilizarse para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses; por ejemplo, si invertimos \$600 000 en un proyecto que produce \$200 000 anuales durante 8 años, entonces se necesitarán 3 años para recuperar la inversión inicial ( $3 \times 200\ 000 = 600\ 000$ ) y, de ahí en adelante, lo que produzca se considera ganancia. Si el propietario del proyecto considera que 3 años es un tiempo razonable para recuperar la inversión, el proyecto será aceptado, pero si considera que no puede esperar tanto tiempo el proyecto será rechazado.

Entre las fallas técnicas que presenta el *PR* está la de no tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y la de no tomar en cuenta el flujo de caja, después de la recuperación de los dineros invertidos. En el siguiente ejemplo, se podrán observar estas fallas.

### Ejemplo 3

Comparar con el *PR* y con el *VPN* al 20% las alternativas A y B.

Proyecto	A	B
Inversión inicial	\$600 000	\$600 000
Ingreso al año 1	300 000	100 000
Ingreso al año 2	300 000	200 000
Ingreso al año 3	100 000	300 000
Ingreso al año 4	50 000	400 000
Ingreso al año 5	0	500 000

En la Alternativa A, el *PR* = 2 años y en la Alternativa B el *PR* = 3 años, en consecuencia la Alternativa A debe ser escogida.

Si evaluamos las alternativas con el *VPN* al 20% tenemos:

$$VPN(A) = -600\ 000 + 300\ 000(1.2)^{-1} + 300\ 000(1.2)^{-2} + 100\ 000(1.2)^{-3} + 50\ 000(1.2)^{-4}$$

$$VPN(A) = -59\ 684 \text{ y será rechazado}$$

$$VPN(B) = -600\,000 + 100\,000(1.2)^{-1} + 200\,000(1.2)^{-2} + 300\,000(1.2)^{-3} \\ + 400\,000(1.2)^{-4} + 500\,000(1.2)^{-5} = +189\,673$$

Entonces el proyecto B debe ser seleccionado.

Sin embargo el PR sigue siendo utilizado en la industria, debido a su sencillez y los que lo utilizan justifican su utilización, afirmando que, más allá del *Período de Recuperación*, el flujo de caja es muy incierto.

En países donde las tasas de interés son muy bajas (de un solo dígito) es posible aplicar el PR y el error que se produce puede no ser significativo.

## PROBLEMAS PROPUESTOS

- 1) En una región muy árida se está pensando en la construcción de canales de irrigación y, de ésta forma, habilitar la zona para la agricultura. Se estima que los canales costarán \$500 millones y requerirán de \$2 millones anuales para su mantenimiento. Los agricultores estiman que podrían obtener beneficios anuales por \$80 millones. Usando la *Relación Beneficio/Costo*, determinar la viabilidad del proyecto, tomando un horizonte de planeación infinito y utilizando:
- a) tasa de interés social del 12% y b) tasa del inversionista del 26%

*Respuesta:* a)  $B/C = 1.29$ : realizar el proyecto; b)  $B/C = 0.6$ : no realizar el proyecto

- 2) Resuelva el problema anterior, tomando en cuenta la queja de los campesinos de la región quienes sostienen, que sus costos de transporte se elevarían en \$10 millones.

*Respuesta:* a)  $B/C = 1.13$ : realizar el proyecto; b)  $B/C = 0.53$ : no es aconsejable.

- 3) Teniendo en cuenta los dos problemas anteriores, suponga que para evitar el aumento de costo del transporte y para hacerlo más ágil se decide que el proyecto incluya la construcción de puentes sobre los canales a un costo de \$200 millones y el costo de mantenimiento de éstos puede ser del orden de \$3 millones al año los cuales tendrán una vida útil indefinida. ¿En éstas nuevas condiciones es aconsejable el proyecto?

*Respuesta:* a)  $B/C = 0.899$ : no realizar el proyecto;

b)  $B/C = 0.43$ : no realizar el proyecto

- 4) Una ciudad necesita construir dos parques de recreo que piensa mantener indefinidamente; los parques pueden ser ubicados en cualquiera de los sitios A, B ó C. Los datos estimados para cada proyecto, expresados en millones de \$ se muestran en el siguiente cuadro:

Millones de \$

Sitios	A	B	C
Costo inicial	38	25	45
CAO	2	2	3
Derechos de entrada por año	7	7	10
Ingresos anuales para los concesionarios	10	10	20
Pérdidas anuales en la agricultura	8	12	4

Suponiendo una tasa de interés del 20%, decidir por medio de la *Relación B/C* en qué sitio debe construirse.

*Respuesta:* Sitio A  $B/C = 0.94$ ; Sitio B  $B/C = 0.71$ ; Sitio C  $B/C = 2.17$   
El sitio C debe ser uno de los escogidos, los sitios A y B dan pérdida.

- 5) El gobierno está pensando en la construcción de una hidroeléctrica; para ello es necesario adquirir los terrenos para la construcción de la represa a un costo de \$500 millones. Además será necesario efectuar una inversión de \$300 millones, al final del primer año, para efectuar la construcción de las obras civiles que tendrán una vida útil indefinida. Al final del segundo año, habrá que adquirir los equipos electromecánicos a un costo de \$200 millones, los cuales tendrán una vida útil de 21 años y un valor de salvamento de \$50 millones; su costo de operación en el año 3 será de \$20 millones y, cada año siguiente, su costo se incrementará en \$1 millón. La hidroeléctrica comenzará a generar energía en el tercer año; y sus ingresos por facturación se estiman en \$300 millones y, cada año siguiente, aumentará en \$30 millones hasta el año 10. En el año 11, se estima en \$600 millones y, cada año siguiente, aumentará en \$50 millones, hasta el año 23.
- a) Utilizando un horizonte de planeación de 23 años, una tasa de interés del 25% y utilizando la *Relación B/C*, determine la viabilidad del proyecto.
- b) Suponga que debido a la construcción de la represa, hay una disminución en la agricultura de aproximadamente unos \$41 millones anuales.

*Respuesta:* a)  $B/C = 1.19$ : puede realizarse; b)  $B/C = 1.01$ : puede realizarse.

- 6) Un señor piensa comprar una máquina tejedora con un costo de \$900 000, el CAO es de \$250 000 con un crecimiento anual del 23%, una vida útil de 8 años y un valor de salvamento de \$300 000. Los ingresos anuales que genera ésta máquina serían para el primer año de \$450 000 y cada año se aumentarían en un 23%. Suponiendo una tasa del 35%, determinar si el proyecto es bueno.

*Respuesta:*  $B/C = 1$

- 7) En el siguiente cuadro se muestran los flujos de caja de los proyectos A y B



	A	B
Costo	2 000 000	4 500 000
CAO	1 540 000	1 056 000

Con una tasa del 20% determinar la mejor alternativa usando la *Relación B/C*.

*Sugerencia:* Puesto que solo se conocen costos es necesario usar el método incremental donde los beneficios serán las diferencias en el CAO y el costo la diferencia entre los costos de cada proyecto.

*Respuesta:*  $B/C = 0.966$  decidir A puesto que el incremento de los beneficios es inferior al incremento de los costos.

- 8) Se proyecta la construcción de canales para controlar las inundaciones causadas por el desbordamiento de un río. Actualmente los desbordamientos causan unas pérdidas estimadas en US\$5 millones los cuales podrán ser controlados parcialmente según el tamaño de los canales tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cifras en millones de US\$

	Pequeños	Medianos	Grandes
Costo	10	15	25
CAO	0.1	0.2	0.5
Daños por inundaciones	3	1.6	0.5

Los canales se mantendrán por tiempo indefinido, con una tasa del 20% determinar la mejor alternativa.

*Sugerencia:* el no hacer nada debe considerarse como otra alternativa.

*Respuestas:*  $B/C$  (Pequeños vs. nada) = 0.95 no construir  
 $B/C$  (Medianos vs. Nada) = 1.06 si construir  
 $B/C$  (Grandes vs. Nada) = 0.818 no construir

- 9) Se está analizando la construcción de una carretera alterna entre las ciudades A y B. El costo de construcción es de \$70 mil millones. El costo anual de mantenimiento será de \$65 millones y cada año su costo crecerá un 18%. Al construir la carretera los hacendados de la región dejarían de percibir \$70 millones por concepto de labores agrícolas para el primer año y se cree que anualmente podrían aumentar un 20%. Se estima que a partir del primer año los restaurantes y sitios turísticos que se construyan al lado de la carretera recibirán unos ingresos de \$730 millones que cada año aumentarán en un X%. Por otra parte los transportadores al utilizar la carretera alterna obtendrían un ahorro en combustible, llantas, aceites,

desgaste de sus vehículos, etc., en \$850 millones con un incremento anual del 20%. Suponiendo que la carretera se debe mantener por un tiempo indefinido y usando una tasa de interés del 28% ¿Cuál sería el valor de  $X$  para que la construcción de la carretera alterna sea atractiva?

*Respuesta:* 27.06% anual

10) En el siguiente cuadro se muestran los flujos de caja de los proyectos A y B

TIEMPO (en semestres)	FLUJO DE CAJA	
	A	B
0	- 1 500	- 1 500
1	400	1 300
2	400	0
3	400	0
4	400	100
5	400	500
6	400	700

- Calcule la mejor alternativa utilizando un *Periodo de Recuperación* no mayor de 2 años.
- Calcule la mejor alternativa usando el *VPN* con una tasa del 40% CS.
- Discuta la contradicción.

*Respuesta:* a) mejor la Alternativa A; b) mejor la Alternativa B.