

# Análisis financiero de las Obras Públicas (\*)

Por **MIGUEL CABRERA CABRERA**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Licenciado en Ciencias Económicas.

*El análisis financiero de las inversiones en obras públicas se distingue por la utilización de la misma técnica que la empleada en la selección de las inversiones financieras. Realizando un análisis que tenga en cuenta las características singulares de las obras públicas se llega a la conclusión de que este tipo de análisis no es un instrumento adecuado para seleccionar inversiones en economías subdesarrolladas pues no discrimina entre los diferentes proyectos, sin embargo en economías desarrolladas sí parece aconsejable su utilización.*

## 1. INTRODUCCION

Entendemos por análisis financiero de las inversiones en obras públicas el proceso por el cual introducimos en la selección de esta clase de inversiones los mismos criterios que los utilizados en la selección de inversiones financieras privadas.

La utilización de estos criterios directamente no parece muy adecuada por dos razones fundamentales:

1. En la selección de una inversión privada de lo que se trata es de evaluar si la rentabilidad del proyecto es superior a la obtenida en inversiones financieras. En una inversión pública se trata de estudiar cual de los diferentes proyectos que se proponen produce una mayor rentabilidad social.

2. Las inversiones públicas tienen una serie de características singulares como son:

- a) Su elevado volumen de inversión, lo que implica la mayoría de las veces la participación del Estado.
- b) La consideración de economías de escala y la no revelación de las preferencias cuando de bienes públicos se trata, hacen que la evaluación de los ingresos y gastos, hayan de cuidarse de forma adecuada.
- c) La perdurabilidad de la inversión hace que deban considerarse con los criterios de rentas perpetuas.

- d) La falta de usos alternativos en la inversión producida, obliga a la consideración o introducción de elementos de decisión dinámicos y no sólo en términos estáticos.

Estas características conllevan a que las apreciaciones sobre la bondad de un determinado proyecto sean excesivamente subjetivas y por lo tanto estén solicitando el recurso a otro tipo de planteamiento del problema.

No obstante lo anteriormente expuesto vamos a considerar en este artículo los criterios financieros de inversión pública aunque los maticemos para introducir las características que hemos señalado en 2).

## 2. CRITERIOS DE SELECCION DE INVERSIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO-PRIVADO

### 2.1. Criterio del valor actual de la inversión

Supongamos una empresa que dispone de un cierto capital real productivo y que ha de decidir sobre la conveniencia o no de adquisición de un determinado activo real que supondremos que tiene una vida útil previsible de  $n$  períodos y cuyo coste es  $V_0$ .

Para tomar esta decisión la empresa habrá de llevar a cabo una estimación de las corrientes previsibles de ingresos y gastos durante los sucesivos períodos de vida útil del bien adquirido.

Si los ingresos los representamos por  $I$  y los gastos por  $G$  y ambos los suponemos constantes durante la vida útil del bien, tendremos

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de diciembre de 1988.

que el esquema de la inversión será el de la figura n.º 1.

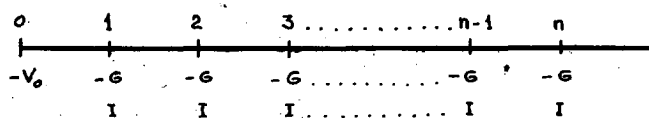


Figura 1.— Esquema de una inversión de valor  $V_0$  con flujos de beneficios netos constante.

La tasa de descuento a utilizar no será el tipo de interés existente en el mercado de títulos de renta fija sino uno mayor, ya que el flujo de rentas previsto está basado en conjeturas y está afectado por la incertidumbre de modo que no es directamente comparable con el flujo de rentas de títulos de renta fija pues hay un mayor elemento de riesgo. Las apreciaciones de esos elementos de riesgo son subjetivas. Si llamamos  $f$  al tipo de rentabilidad requerido por los inversores el valor actual de la corriente de ingresos y gastos será:

$$V.A.N. = A_{B,n|f} - V_0 =$$

$$= I \frac{1 - (1 + f)^{-n}}{f} - G \frac{1 - (1 + f)^{-n}}{f} - V_0 =$$

$$= (I - G) \frac{1 - (1 + f)^{-n}}{f} - V_0 = V_t - V_0$$

El empresario podrá llevar a cabo la inversión si el

$$V.A.N. = A_{B,n|f} - V_0 > 0$$

pues un valor actual neto positivo indica que la inversión en el proyecto produce excedentes superiores, precisamente en la cuantía del valor actual neto, a los que podrían obtenerse invirtiendo la misma cantidad a la tasa de inversión  $f$ .

Si la corriente de ingresos y gastos no es constante sino variable tendríamos que realizar los cálculos adecuados a cada uso particular.

El valor actual neto será tanto mayor cuanto más bajo sea el tipo de descuento utilizado en el cálculo. Por lo tanto cuanto más bajo sea

el tipo de interés sobre los títulos de renta fija y como consecuencia más bajo sea el tipo de descuento obtenido sumando a aquel la cuota de riesgo, más fácil es que el proyecto de inversión resulte interesante para la empresa.

Por otro lado, se ha de tener en cuenta que el descuento a valores actuales afecta más a los rendimientos esperados cuanto más alejados se encuentren en el tiempo. Un descenso, pues, en el tipo de descuento tiende a favorecer más a los proyectos que tengan previsto un mayor período de vida útil así como a aquellos que sitúen sus rendimientos esperados lo más alejados posibles en el tiempo.

Por tanto la dimensión temporal de los proyectos tiene influencia sobre la sensibilidad de la inversión a las variaciones del tipo de descuento utilizado en los cálculos de rentabilidad. Entre dos proyectos de inversión con el mismo  $V$  para un  $f$  dado será más sensible a las variaciones de  $f$  el proyecto que presente una mayor dimensión temporal y del mismo modo entre dos proyectos con el mismo  $V$  para  $f$  dado será más sensible aquel cuya corriente de  $(I - G)$  se distribuya en favor de los períodos más distantes del presente.

El inconveniente más importante de este criterio es la dificultad de especificar el tipo de descuento. Algunos autores consideran que el tipo de descuento debe ser una tasa de rendimiento mínimo aceptable por debajo de la cual la inversión no debe realizarse. Esta tasa de descuento podría ser el coste del capital o bien la rentabilidad de la inversión marginal, es decir, aquella inversión que aún siendo rentable no puede emprenderse por limitación de recursos financieros o por cuestiones técnicas.

La importancia de determinar el valor de  $f$  se deriva de la influencia que tiene sobre el valor actual neto. (Figura n.º 2).

La hipótesis más restrictiva de este criterio es la suposición de que los flujos netos de caja obtenidos son reinvertidos a la tasa  $f$ . Cuando la tasa real de reinversión de los flujos intermedios difiera del coste de capital de la empresa, hay que tener en cuenta que los flujos de caja no se pueden reinvertir a dicha tasa real. Por otro lado se ha de considerar que si la rentabilidad esperada de un proyecto ha de estar en

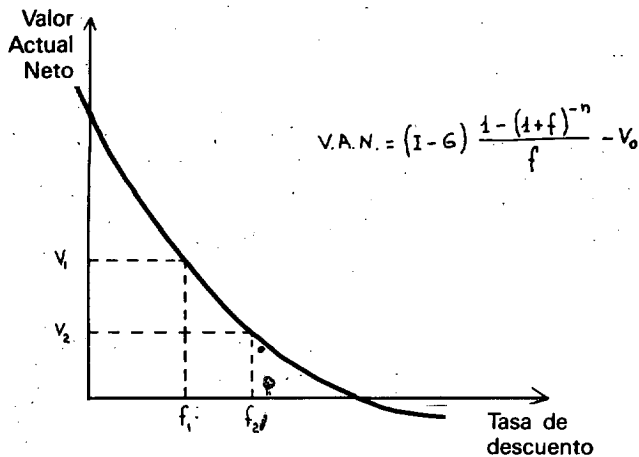


Figura 2.— Valor actual neto en función de la tasa de descuento.

función del nivel de riesgo de la inversión, entonces podemos pensar que existirán determinados proyectos de inversión que debido a su grado de riesgo no pueden ser descontados al coste de capital de la empresa, sino a su propio coste de oportunidad. Es decir el coste de capital de la empresa es una tasa adecuada de descuento para proyectos que lleven asociados un nivel de riesgo similar al de la empresa.

Resumiendo lo anteriormente expuesto señalaremos que con el criterio de valor neto actual:

- Un proyecto será rentable cuando descontada la corriente de ingresos y gastos previstos para la vida útil a una determinada tasa de descuento el valor neto actual sea positivo.
- Entre dos proyectos alternativos será preferible aquel que presente un valor actual neto mayor.
- Ordenados varios proyectos independientes de inversión en orden decreciente de su valor actual neto el empresario puede llevar a cabo las inversiones hasta los proyectos que obtengan valor actual neto igual a cero.

## 2.2. Criterio de la tasa interna de rendimiento

La tasa interna de rendimiento es aquel tipo de actualización que hace igual a cero el valor actual neto. Si ponemos una inversión de va-

lor  $V_0$  cuyo período de vida útil es  $n$  y que previsiblemente producirá una corriente de ingresos  $I$  y de gastos  $G$  constantes, tendremos que:

$$\begin{aligned} \text{V.A.N.} &= I \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - \\ &- G \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - V_0 = \\ &= (I - G) \cdot a_{n|r} - V_0 = 0 \end{aligned}$$

$$a_{n|r} = \frac{V_0}{I - G}$$

Ecuación que nos permite calcular  $r$ .

Si la corriente de ingresos y gastos es variable tendremos que calcular su valor previamente para poder plantear la ecuación que nos permita determinar  $r$ .

Sólo interesa realizar aquellos proyectos de inversión cuyo tipo de rendimiento sea superior al interés normal del dinero en el mercado de capitales o coste del capital. Cuando existan varias inversiones se dará preferencia a aquella que tenga un tipo de rendimiento interno mayor.

## 2.3. Diferencias entre ambos métodos

Los dos criterios expuestos parecen a primera vista equivalentes pero no lo son estrictamente, pues presentan dos diferencias fundamentales.

1. Hemos de señalar que de dos proyectos de inversión A y B tales que cumplan que el valor actual del proyecto A sea mayor que el de B y la tasa interna de rendimiento de A sea menor que la de B, es preferible el proyecto A ya que un proyecto que prevea un mayor incremento del beneficio total de la empresa, es decir un valor actual neto mayor, es más deseable que aquel que presente un mayor rendimiento relativo. El criterio del tipo de rendimiento interno sólo ordenará los proyectos al-

ternativos de inversión de modo equivalente al criterio del valor actual cuando la inversión  $V_0$  a realizar sea la misma en ambos proyectos.

Pero independientemente de este factor de escala los criterios del valor actual neto y de la tasa interna de rendimiento pueden conducir a elecciones diferentes. Sea las inversiones en dos proyectos diferentes, el A y el B. Para diferentes tipos de descuento utilizados podríamos llegar a la situación que representa la figura n.º 3.

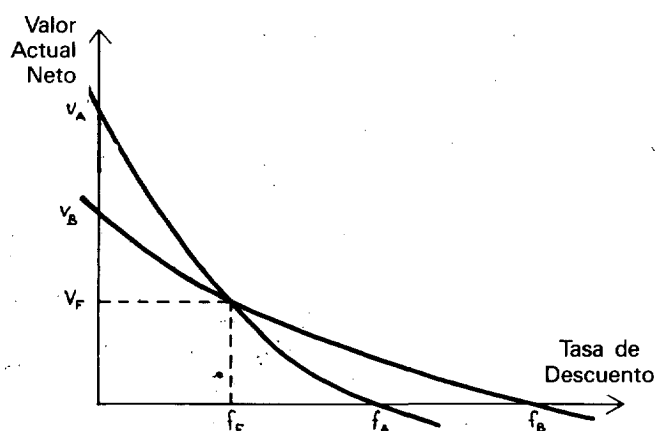


Figura 3.— Valor actual neto en función de la tasa de descuento para dos proyectos alternativos A y B.

En el caso de utilizar el criterio del valor actual neto se preferirá la inversión A y en cambio sería preferible la B si se utilizase el criterio de la tasa interna de rendimiento. Pero estudiando más en profundidad la figura 3 se deduce que el criterio de la tasa interna de rendimiento resulta insuficiente pues el criterio del valor actual neto nos indica que para tipos de descuento inferiores a  $f_F$  es preferible el proyecto A y para los superiores a  $f_F$  lo es el B.

El tipo de rendimiento interno  $f_F$  correspondiente al punto de corte de A y B convierte las inversiones en equivalentes por uno u otro criterio. A  $f_F$  se le conoce con el nombre de tasa de rentabilidad sobre el coste de Fisher.

Evidentemente, pueden ocurrir otros casos en los que la decisión sea igual para los dos criterios. Esto ocurre cuando las curvas del valor actual neto calculadas en función del tipo de descuento no se corten.

## 2. El criterio de la tasa interna de rendimien-

to presenta un problema adicional que es el que se deriva de las tasas internas de rendimiento múltiples que se pueden obtener al igualar el valor actual neto a cero. Afortunadamente la mayor parte de las raíces pueden ser ignoradas si son negativas o imaginarias pero es evidente que se pueden presentar varias positivas y en estos casos vuelve a ponerse de manifiesto la mayor información que se puede obtener con el criterio del valor actual.

De lo que se ha expuesto se deduce que a pesar de la equivalencia que a primera vista parecen tener ambos criterios es evidente que se presentan diferencias entre ambos métodos presentando una mayor superioridad el criterio del valor actual neto.

En cualquier caso, si los criterios que hemos examinado miden diferentes aspectos de la inversión, no son ni sustitutivos ni redundantes, sino en tal caso complementarios.

## 3. APLICACION A LAS OBRAS PÚBLICAS

En primer lugar hemos de precisar que es evidente que las dificultades que se presentan para la elección de la tasa de descuento en una inversión privada se ven agravadas en las inversiones públicas pues en estas últimas no tenemos un referente similar al que representa el coste de capital de la empresa, pues, a pesar de ser utilizado sólo para proyectos que lleven asociado un nivel de riesgo similar al de la empresa, permite en la mayoría de los casos un ajuste en función del nivel de riesgo de la inversión.

En segundo lugar, se ha de tener en cuenta que las previsiones de los ingresos y gastos que presentan las inversiones privadas son, a pesar de las dificultades existentes, más fáciles de obtener pues el analista dispone de una gran información. Sin embargo en las inversiones públicas la información existente en cuanto a la evaluación de ingresos y gastos es escasa y además lo más probable no cuantificada. Se ha de considerar igualmente que la faceta pública del proyecto introduce en el análisis no los ingresos y gastos de la inversión sino lo que se vienen denominando beneficios y costes pe-

ro evaluados desde el punto de vista social y que se refieren realmente a las ventajas y desventajas que el proyecto conlleva y no solamente a las puramente financieras. Por lo tanto los métodos de evaluación privada se quedan cortos en el sector público. La característica esencial del método coste-beneficio es la introducción de los efectos externos en el análisis. De una forma simplificada podemos exponer que los efectos externos son las diferencias existentes precisamente entre las consecuencias sociales de la inversión y las privadas o bien diremos que una inversión produce una economía externa cuando su realización produce un beneficio apreciable a alguna persona o grupo de personas que no son partes directamente interesadas en la inversión (si hubiese daños apreciables en lugar de beneficios hablaríamos de deseconomías externas). La definición del grupo de personas afectadas por el proyecto supone una gran ambigüedad pero permite aproximarse a la evaluación de las ventajas y desventajas sociales de la inversión. La consideración de las ventajas y desventajas sociales para las que no existe mercado generalmente exige además idear algún procedimiento de evaluación ya que no se dispone del mecanismo de los precios como información.

En tercer lugar se deben considerar las características específicas que presentan las inversiones en obras públicas y que fueron anteriormente mencionadas, volumen de inversión elevado, economías de escala, perdurabilidad y no uso alternativo.

Veamos cada una de ellas:

- a) Volumen de inversión elevado. Esta característica, además de indicarnos que este tipo de inversiones en general no son abordables, al menos en su totalidad, por la iniciativa privada y se precisa la participación del Estado, nos indica que, en el caso de seguir un proceso de actualización como los que hemos ex-

puesto, el esquema de la inversión debe ser como el que muestra la figura n.º 4.

Este esquema representaría un proceso de inversión que duraría  $K$  años. En el año  $i$  se invertiría  $V_i$ . A partir del año  $K$  entraría en servicio la inversión y se producirían unos gastos  $G$  y unos ingresos  $I$ .

El proceso de actualización sería diferente en general para cada esquema de inversión pues puede existir un proyecto de varias fases que entre en funcionamiento una de ellas mientras que se sigue invirtiendo en otra fase o bien cualesquiera otras variaciones que se puedan dar dependiendo del tipo de la inversión. Para cada inversión tendríamos que confeccionar el esquema y proceder a la actualización de las corrientes de gastos e ingresos.

- b) Economías de escala. Las economías de escala es decir la reducción de los costes medios a medida que aumenta la producción o se incrementa el tamaño de las operaciones se pueden considerar en las inversiones públicas pero teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
- Hay grandes indivisibilidades pues la capacidad mínima que proporciona cualquier inversión suele ser alta.
  - Hay un límite superior a partir del cual las deseconomías son mayores que las economías de escala.
  - Por último, señalar que proveer capacidad antes de que sea necesario, resulta costoso en intereses al igual que el crecimiento por etapas puede ser en términos de construcción.

En cada caso particular se deben pues sopesar cada una de las consideraciones mencionadas para intentar medir los efectos de las economías o deseconomías de escala.

- c) Perdurabilidad. Esta característica hace que tengamos que suponer que la corriente de ingresos y gastos es perpetua. Llamemos

$I_1$  = Ingresos producidos por el proyecto en el primer año de vida.

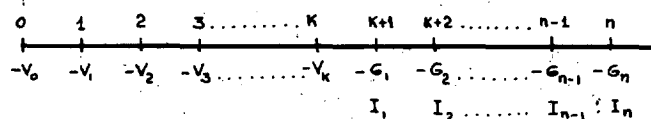


Figura 4.— Esquema de una inversión en obra pública de  $K$  años y  $(n - K)$  años de vida útil de la inversión.

$G_1$  = Gastos producidos por el proyecto en el primer año de vida.

$f$  = Tasa de actualización elegida.

$V$  = Inversión efectuada.

$g$  = Tasa de inflación media equivalente a la totalidad de la subida general de precios.

$g'$  = Tasa de crecimiento medio equivalente al total de los gastos de conservación y mantenimiento de la inversión.

y distingamos los siguientes casos:

1. Que sea constante la corriente de ingresos netos. En este caso el valor actual neto de la inversión será:

$$V.A.N. = \frac{I_1 - G_1}{f} - V$$

No es en principio muy ajustada a la realidad. La valoración queda en principio sujeta a la elección adecuada de  $f$ .

2. Que la corriente de ingresos netos crezca en progresión geométrica de razón  $(1 + g)$ . En este caso el valor actual neto de la inversión será:

Si  $f > g$

$$V.A.N. = \frac{I_1 - G_1}{f - g} - V$$

Si  $f \leq g$

$$V.A.N. = \infty$$

El primer supuesto considerado ( $f > g$ ) se asemeja al caso primero en el que se suponía que la corriente de ingresos netos era constante. La única diferencia es la sustitución de la estimación de  $f$  por la de  $(f-g)$ .

El segundo supuesto considerado ( $f \leq g$ ) presenta el caso bastante frecuente en países subdesarrollados de que la tasa de inflación equivalente a todo el proceso

considerado es mayor que la tasa de actualización que en principio parece aceptable. Este supuesto nos indica que cualquier inversión es en principio aceptable y el análisis financiero no nos facilita un criterio para discriminar entre diferentes proyectos.

3. Que la corriente de ingresos crezca en progresión geométrica de razón  $(1 + g)$  y los gastos en progresión geométrica de razón  $(1 + g')$ .

Distinguiremos a su vez dos casos:

Si se cumple que  $f > g' > g$  el valor actual neto será:

$$V.A.N. = \frac{I_1}{f - g} - \left( \frac{G_1}{f - g'} + V \right)$$

Para aceptar el proyecto se debe cumplir que:

$$\frac{I_1}{f - g} > \frac{G_1}{f - g'} + V$$

Si llamamos:  $a = g' - g$  y  $x = f - g$ , tendremos que:

$$\frac{I_1}{G_1 + V(f - g')} > \frac{x}{x - a}$$

Cuando  $x > a$  el V.A.N. es positivo y se acepta el proyecto.

Si  $f < g' < g$  el valor actual neto será:

$$I_1 n g - (G_1 n g' + V) > 0$$

que es una indeterminación cuando  $n \rightarrow \infty$

Para que sea positivo se debe cumplir que  $I_1 g > G_1 g'$  y en este caso el V.A.N. es infinito y de nuevo el análisis financiero deja de discriminar proyectos.

d) Pocos usos alternativos. Las inversiones privadas presentan diferentes alternativas de uso durante la vida previsible de la inversión, lo que hace aconsejable la utilización de los métodos de análisis financiero que hemos expuesto. Sin embargo, las inversiones públicas carecen de

estos usos alternativos lo que conlleva a que el coste de oportunidad de estas inversiones sea bajo y resulte sobreestimado con los tipos normales de intereses sobre el capital.

#### 4. CONCLUSIONES

1. El análisis financiero en proyectos de obras públicas no es un instrumento adecuado para seleccionar inversiones en economías subdesarrolladas o en vías de desarrollo pues en estas economías la tasa de inflación equivalente a la evolución general de la inflación es en estos países mayor que una tasa de actualización considerada prudente. El valor actual neto es en este caso infinito, lo que nos indica que en principio cualquier inversión es aconsejable. No es válido para seleccionar entre diferentes proyectos.

2. En economías desarrolladas en las que la tasa de inflación equivalente es menor que la tasa de actualización el análisis financiero puede ser un instrumento útil para seleccionar diferentes proyectos alternativos. En el caso más frecuente de que la tasa equivalente de aumento de los gastos de funcionamiento, conservación y mantenimiento  $(1 + g')$  sea mayor que la tasa equivalente de inflación  $(1 + g)$  el valor actual neto será positivo a partir de un determinado porcentaje de superioridad de los ingresos sobre los gastos del primer año en función del cual sea la relación entre  $x = f - g$  y  $a = g' - g$ . En general es de esperar que  $x$  sea mucho mayor que  $a$  con lo cual tenemos que si:

$$x = 10 \text{ a; } \frac{I_1}{G_1 + V(f - g')} > 1,1111$$

$$x = 100 \text{ a; } \frac{I_1}{G_1 + V(f - g')} > 1,0101$$

$$x = 1000 \text{ a; } \frac{I_1}{G_1 + V(f - g')} > 1,0010$$

Vemos que en el caso de considerar  $x = 10$  basta un 11 por 100 de superioridad de los ingresos sobre los gastos del primer año para que el valor actual neto sea positivo y el proyecto como consecuencia sea viable. Este porcentaje disminuye a medida que la relación  $(f - g) / (g' - g)$  aumenta.

Estas expresiones nos ponen de manifiesto la importancia del estudio de los gastos de funcionamiento, mantenimiento y conservación de cada proyecto para que podemos calcular una  $g'$  equivalente.

3. Las obras públicas son muy sensibles a la tasa de descuento. Un descenso en la tasa de descuento favorece la inversión por dos motivos; primero por la característica de la perdurabilidad y segundo debido a que los rendimientos esperados mayores están alejados en el tiempo.

Miguel Cabrera Cabrera.



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1973) de la Universidad Politécnica de Madrid, Licenciado en Ciencias Económicas. Trabajó en HEYMO, S. A., Ingeniería Industrial, Química y Civil. Ha trabajado igualmente en la Administración Local y Autonómica. Ha sido Secretario General Técnico en la Comunidad de Madrid. Miembro de la Comisión de Asuntos Europeos y de la Comisión de Urbanismo y Medio Ambiente. Actualmente es Director Administrativo y Financiero del O.G.F.A.M.A.