

DOCUMENTOS

ERRORES MÁS FRECUENTES EN LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS Y PROYECTOS

Autores: *Joan Pasqual Rocabert*^(*)
Guadalupe Souto Nieves^(*)

DOC. N.º 5/03

(*) Departamento de Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona.
08193 Bellaterra. guadalupe.souto@uab.es. joan.pasqual.rocabert@uab.es.



INSTITUTO DE
ESTUDIOS
FISCALES

N.B.: Las opiniones expresadas en este documento son de la exclusiva responsabilidad de los autores, pudiendo no coincidir con las del Instituto de Estudios Fiscales.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. LA DEFINICIÓN DE OBJETIVOS
 - 2.1. Maximizar el beneficio minimizando el coste
 - 2.2. Maximizar la tasa interna de rendimiento (TIR) del proyecto
 - 2.3. Maximizar la Renta Nacional
3. LA DEFINICIÓN DEL ÁMBITO DEL PROYECTO
 - 3.1. El uso de las fronteras políticas como límite geográfico
 - 3.2. Sustituir los flujos de costes iniciales por un presupuesto atemporal
 - 3.3. Prescindir del momento de ejecución del proyecto
 - 3.4. Ignorar la existencia de distintas generaciones
4. LA IDENTIFICACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS
 - 4.1. Imputar a un proyecto los beneficios de otro relacionado que no se lleva a cabo
 - 4.2. Considerar menos beneficios de los que realmente corresponden al proyecto
 - 4.3. Tener en consideración sólo los costes o los beneficios
 - 4.4. Dar los beneficios por supuestos
 - 4.5. Omitir beneficios relevantes, como el de la flexibilidad
 - 4.6. Doble contabilidad
 - 4.7. Consideración de *sunk costs* (costes hundidos o irrecuperables)
 - 4.8. Omisión del coste terminal o de finalización del proyecto
 - 4.9. Omisión de los costes de oportunidad
5. LA VALORACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS
 - 5.1. Igualar el precio sombra del trabajo a la producción perdida
 - 5.2. Calcular el precio sombra de un recurso como una media de CMS y VMS
 - 5.3. Considerar precios infinitos
 - 5.4. Considerar precios nulos para valores positivos
 - 5.5. Omitir los precios o valores relativos
6. LA AGREGACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS
 - 6.1. El descuento
 - 6.2. Los criterios de decisión

7. LA EFICIENCIA ASIGNATIVA

7.1. Ineficiencia en el suministro público de un bien

7.2. El coste en eficiencia por mala regulación

7.3. La paradoja de la optimalidad

7.4. La ineficiencia en la ubicación de bienes públicos

8. EVALUACIÓN *EX ANTE*, *EX POST* Y EVALUACIÓN CONTINUADA

9. CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del sector público como agente económico no ha parado de crecer en las últimas décadas en todas las economías desarrolladas. Si bien en principio las intervenciones públicas están encaminadas a solucionar las imperfecciones o fracasos del mercado, lo cierto es que, a la vez, dichas intervenciones generan ciertos problemas que es necesario afrontar. En primer lugar debe decidirse sobre su conveniencia, y probablemente, a posteriori, habrá que elegir entre varias alternativas que se hayan considerado deseables, dada la característica condicionante de todo problema económico: la escasez.

A pesar de que se ha discutido mucho sobre el papel del sector público en las economías de mercado, actualmente la mayoría de las escuelas de pensamiento, en mayor o menor grado, admiten su presencia en ciertos acontecimientos económicos. Difícil es imaginar un país avanzado en el que desapareciese de repente el denominado *Estado del Bienestar*, con sistemas públicos de protección social tales como la asistencia sanitaria, la educación o los programas de sustitución de rentas como las pensiones o el subsidio de desempleo, por citar los más significativos.

Si se acepta el papel económico del sector público, debe aceptarse a la vez la necesidad de algún tipo de organización de su actividad, de manera que pueda verificarse que sus actuaciones van encaminadas, efectivamente, a conseguir mejoras del bienestar para el conjunto de la sociedad a la que representan. Por ello es imprescindible alguna técnica o conjunto de técnicas para la evaluación de políticas y proyectos públicos, como el Análisis Coste-Beneficio (ACB). El ACB no puede superarse superior a todas las demás técnicas, pero es sin duda la que más se utiliza en la práctica, y la que cuenta con un mayor apoyo académico. Su aplicación ha de superar importantes dificultades adicionales, cuya solución se convierte muy a menudo en blanco de críticas.

La característica más sobresaliente del ACB es sin duda su carácter cuantitativo. Su aplicación requiere de ponderaciones que en cualquier caso deben quedar claramente explicitadas: los precios y las cantidades. Si bien dichas ponderaciones están sujetas muchas veces a la decisión del propio analista, en la medida en que son fácilmente visibles también es fácil poder discutirlos si procede.

En definitiva, tan cierta es la necesidad de la evaluación pública de proyectos como la inexistencia de una técnica infalible que proporcione una solución exacta e incuestionable. El objetivo de este trabajo de investigación es identificar y analizar los errores más frecuentes en el proceso de evaluación de políticas y proyectos públicos. Para ello se analiza positivamente cada una de las sucesivas etapas por las que, necesariamente, debe pasar un proceso de evaluación pública. En cada una de ellas se presentan algunos de los errores más frecuentes, ilustrados a través de ejemplos y explorando la manera de evitarlos. Para comenzar, el Capítulo 2 se centra en la que debe constituir, sin duda, la primera etapa de cualquier proceso de evaluación, como es la definición de los objetivos a conseguir. Basándonos en los teoremas formulados por Arrow (1951) y Gibbard (1973) y Satterthwaite (1975), se acepta la imposibilidad de disponer de una función objetivo superior a todas las demás y que por lo tanto garantice la toma de decisiones óptima. Aún así, se consideran distintos elementos a tener en cuenta a la hora de definir correctamente los objetivos en una evaluación pública, y se analizan algunas posibles funciones erróneas.

El Capítulo 3 se dedica a la definición del ámbito de estudio. Se trata de la segunda gran etapa en un proceso de evaluación, imprescindible para poder estudiar de forma correcta los impactos de un proyecto. En la definición del ámbito es importante considerar tanto la dimensión espacial, cuáles son los agentes afectados, como la temporal, es decir, durante cuánto tiempo tendrán lugar los efectos. Si el ámbito no está bien definido la evaluación se expone a importantes errores en los resultados, ya que es posible que no se evalúen costes y/o beneficios relevantes.



La definición correcta de los objetivos y del ámbito de un proyecto constituyen una condición suficiente para identificar y clasificar correctamente los impactos de un proyecto, la tercera etapa de una evaluación a cuyo análisis se dedica el Capítulo 4. Sin embargo, y tal y como se muestra a través de distintos ejemplos, son habituales los errores que tienen que ver con la identificación de costes y beneficios, como la omisión de costes de oportunidad relevantes o la doble contabilidad.

En el Capítulo 5 se aborda una de las etapas más laboriosas y complicadas, como es la valoración de impactos. Desde el punto de vista social, disponer de indicadores de valor es especialmente difícil, ya que los precios de mercado únicamente pueden aceptarse en competencia perfecta. Por ello ha de acudirse a alternativas, como el cálculo de precios sombra. A pesar de ello, y como se recalcará a lo largo del capítulo, los precios son indicadores de valor únicamente válidos en el margen, y por lo tanto no adecuados para valorar cantidades no marginales. Asimismo, se analizarán otros posibles errores como la asignación de valores infinitos o nulos.

En el Capítulo 6 se analiza la agregación de costes y beneficios, así como la aplicación de algún criterio de decisión que permita decidir sobre la deseabilidad del proyecto. Con respecto a la agregación se analiza la necesidad del descuento intertemporal, así como intergeneracional cuando la duración del proyecto implica la existencia de diferentes generaciones de afectados. En cuanto a los criterios de decisión, se revisan en profundidad los dos criterios clásicos, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), poniendo de manifiesto diversos errores en su aplicación todavía hoy habituales.

Una vez discutidas en orden cronológico las diferentes etapas por las que discurre la evaluación, se presentan dos capítulos adicionales en los que se analizan problemáticas que, por sus características, no pertenecen exclusivamente a ninguna de las etapas analizadas anteriormente, sino que se trata de cuestiones generales en un proceso de evaluación. Así, en el Capítulo 7 se trata la eficiencia asignativa, y se muestra con diferentes ejemplos como la eficiencia puede no ser un objetivo suficiente para garantizar una decisión acertada. Finalmente en el Capítulo 8 se compara la evaluación *ex ante* con la evaluación *ex post* que se realiza una vez ejecutado el proyecto, así como la evaluación continuada.

2. LA DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

La evaluación de cualquier política, proyecto, o en general, de cualquier cambio con respecto a la situación de *statu quo*, no puede comenzar si no está claramente definida la función objetivo. Desde el punto de vista privado, la solución suele ser sencilla. Por ejemplo, un individuo puede evaluar si le conviene o no cambiar de empleo, y su objetivo será, generalmente, obtener la mayor renta posible. Del mismo modo, una empresa evaluará sus posibles inversiones en aras a maximizar su cifra de beneficios, entendidos éstos como la mera diferencia entre sus cifras de ventas y costes. Ahora bien, cuando la evaluación se traslada a la esfera pública, los objetivos dejan de estar claros, y es ahí donde comienzan las dificultades.

Antes de discutir cuál debe ser la función objetivo, o cuáles deben ser sus propiedades, conviene dejar claro cuál es exactamente su papel en un proceso de evaluación pública. La definición de los objetivos es necesaria para poder definir con propiedad todos los impactos de un proyecto y clasificarlos como costes, beneficios o transferencias. Un beneficio será aquel impacto que incide positivamente en la función objetivo. Por el contrario, un impacto negativo deberá ser clasificado como coste. Por último, todos aquellos efectos provocados por el proyecto que no queden reflejados en la función objetivo no serán relevantes para la evaluación.

Definir *la* función objetivo de las evaluaciones públicas, es decir, aquella que es superior a todas las demás en todas las circunstancias, es simplemente imposible. El famoso Teorema de la

imposibilidad de Arrow (1951) mostró cómo no existía ningún método para derivar una función de bienestar social a partir de las preferencias individuales que cumpliera con un mínimo de propiedades lógicas, y que, por lo tanto, fuese éticamente aceptable. Posteriormente, algunos autores se decantaron por abandonar la búsqueda de la función de bienestar social a cambio de lo que se denominaba una función de decisión social. La función de decisión no permite ordenar las distintas alternativas o proyectos, pero sí permitiría seleccionar el mejor, lo cual podría ser suficiente en la evaluación. Sin embargo, Gibbard (1973) y Satterthwaite (1975) formularon también un teorema de imposibilidad para las funciones de decisión social. Dicho teorema asegura que es imposible encontrar una regla de votación aceptable para seleccionar entre un conjunto de alternativas la preferida desde el punto de vista social. Aceptable querría decir en este caso, que ninguna alternativa quedase excluida automáticamente de la elección, que no proporcionase a los individuos incentivos para no revelar sus verdaderas preferencias, que funcionase siempre y que, por supuesto, no fuese dictatorial.

Aun a pesar del descorazonador resultado que se deriva de los teoremas de Arrow y Gibbard-Satterthwaite, está claro que la toma de decisiones sociales es necesaria. Ante la imposibilidad de diseñar la función de bienestar social óptima, o de una función de decisión social aceptable, no queda otro remedio que elegir entre alternativas imperfectas en busca de la solución más adecuada en cada caso. Para ello existen algunas cuestiones de importancia que es necesario tener en consideración. En primer lugar, el objetivo debe ser algo concreto y medible en la práctica, evitando en la medida de lo posible conceptos demasiado abstractos como el *interés nacional* o el *bien común*, cuya definición no está clara. En segundo lugar, la función objetivo debe reaccionar cada vez que cambia el bienestar de uno de los individuos que la integran. Si no es así, o bien está mal definida, o bien es el ámbito del proyecto el que está incorrectamente determinado. Esta segunda cuestión será objeto de estudio en el Capítulo 3.

Un objetivo que cumple con las dos premisas anteriores, es el excedente total (ET), definido como la suma de los beneficios totales netos para el conjunto de la sociedad. Ahora bien, como en un proyecto público no hay la misma libertad de decisión que en el libre mercado, que el proyecto haga aumentar el ET no garantiza que sea una mejora en el sentido de Pareto, es decir, un cambio Pareto superior. Puesto que lo único que se considera es la suma total de beneficios frente a la suma total de los costes, sin añadir ningún tipo de ponderaciones distributivas, utilizando el ET como función objetivo únicamente se puede garantizar que los proyectos que resulten rentables constituyen lo que se denomina un cambio potencialmente Pareto superior (CPPS) en el sentido de Kaldor y Hicks.

Cuando el proyecto a evaluar tiene efectos que se prolongan durante un período de tiempo más o menos largo, el objetivo de maximizar el excedente total se sustituye por el de maximizar el valor actual neto (VAN) del proyecto, es decir, el beneficio neto total del proyecto puesto en valor presente. La introducción del tiempo lleva consigo no pocos problemas en la evaluación. En primer lugar, la actualización de los beneficios y costes futuros exige disponer de una tasa de descuento social, cuestión que se abordará con más detalle en el Capítulo 6. En segundo lugar, un problema también importante pero que ha recibido mucha menos atención, es la posible existencia de diferentes generaciones afectadas por el proyecto. Cuando el proyecto afecta a más de una generación, se plantea la cuestión de si debe considerarse de manera explícita el bienestar de individuos que todavía no han nacido, o bien únicamente el de los individuos presentes en el momento en que se toma la decisión. El cálculo de la rentabilidad de un proyecto puede variar significativamente según se incorpore o no la perspectiva de las generaciones futuras, como se mostrará en el Capítulo 6.

Al igual que está clara la imposibilidad de disponer de la función objetivo óptima, también lo está que existen algunas funciones no válidas. A continuación se examinan algunas de ellas.

2.1. Maximizar el beneficio minimizando el coste

McKean (1958) insiste en la falta de sentido económico de una función tal. Teniendo en cuenta que el máximo beneficio es infinitamente alto, mientras que el mínimo coste es cero, jamás se podrá asegurar que un proyecto maximiza el beneficio minimizando el coste. Quizás entre un grupo concreto de alternativas sí, pero nada garantiza que exista una posibilidad adicional en la que el be-



neficio sea superior con el mismo coste o menor; o bien a la inversa, el mismo beneficio o superior para el mismo coste.

2.2. Maximizar la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) del proyecto

La tasa interna de rendimiento (TIR) de un proyecto se define como aquella tasa de rentabilidad que iguala el VAN a cero. Por lo tanto, a priori podría interpretarse como la rentabilidad mínima que debe exigirse a un proyecto para ser implementado. Ateniéndonos a esta definición tan simple como engañosa, podría deducirse que, de entre un conjunto de proyectos alternativos debería ponerse en marcha el de mayor TIR. Sin embargo, el análisis de la definición y las propiedades de la TIR llevará enseguida a la conclusión de que maximizar la TIR es una función objetivo absolutamente errónea. En el Capítulo 6 se tratará con detalle la TIR como criterio de selección de proyectos. Aquí nos limitamos a mostrar por qué no debe ser utilizada como función objetivo en los análisis de rentabilidad. En primer lugar, la TIR no existe para aquellos proyectos que no presentan por lo menos un cambio de signo en los flujos (no todos son positivos o no todos negativos). En segundo lugar, el cálculo de la TIR de un proyecto puede tener varias soluciones, lo cuál plantearía la disyuntiva de cuál de los distintos valores debe considerarse para la comparación con otros proyectos. En tercer lugar, la TIR tampoco es un criterio adecuado cuando se comparan proyectos de distinta duración. Estas dos últimas características serán examinadas con mayor detalle en el Capítulo 6. Con todo, lo más importante es recordar que la TIR es una medida de rentabilidad en términos relativos y todo sugiere que lo que desea el inversor, privado o público, es maximizar la rentabilidad absoluta (el VAN del proyecto), no la relativa.

Por ejemplo, Boulding (1935) propuso maximizar la TIR para encontrar el turno óptimo de la tala de masa forestal, idea que fue defendida posteriormente por otros autores como Goundry (1960), obteniendo como solución un turno más corto que el correcto, el que resulta de maximizar el VAN, problema que ya se resolvió en Samuelson (1976) como muy bien se expone en Romero (1994).

2.3. Maximizar la Renta Nacional

La Renta Nacional (RN) o, si se prefiere, el Producto Interior Bruto (PIB), cumplen la propiedad de ser objetivos concretos y medibles. Sin embargo, también es fácil demostrar que en absoluto constituyen una función objetivo adecuada en los análisis de rentabilidad social. En primer lugar se trata de magnitudes cuyo cálculo empírico está salpicado de dificultades y deficiencias. Así por ejemplo, el beneficio correspondiente a las actividades llevadas a cabo por el sector público se considera nulo por definición, dadas las dificultades prácticas para computarlo. Es decir, la producción pública se iguala a los costes necesarios para llevarla a cabo, cuando es evidente que sólo fruto de una casualidad extrema podría producirse semejante coincidencia. Por otra parte, los agregados macroeconómicos tampoco recogen las externalidades, que ya sean positivas o negativas, generan las actividades privadas de consumidores y productores, y que, por definición quedan excluidas del mercado. Así por ejemplo, los costes por contaminación que es evidente que constituyen un coste en bienestar para la sociedad, no aparecen de ninguna forma reflejados en el PIB.

En segundo lugar, es ocioso pensar que los cambios registrados en los grandes agregados macroeconómicos como la RN o el PIB son debidos a las acciones públicas, supuesto necesario si quieren utilizarse dichos agregados como función objetivo. Tal y como se analiza en el Capítulo 3, la evaluación debe considerar los costes y beneficios con y sin el proyecto. Sin embargo, la RN y el PIB son magnitudes demasiado complejas como para poder medir con fiabilidad los cambios debidos exclusivamente a la realización de cualquier proyecto público.

En tercer lugar, y éste es el argumento principal, al margen de las dificultades de medición ocurre que ni la RN ni el PIB pueden ser consideradas funciones objetivo válidas puesto que no necesariamente reaccionan ante determinados cambios en el bienestar individual. Es el caso por ejemplo, de los efectos externos. Los habitantes de una ciudad puede resultar gravemente perjudicada por la contaminación de una fábrica de productos químicos, sin que ni el PIB ni la RN recojan de ninguna forma este coste por importante que sea.

3. LA DEFINICIÓN DEL ÁMBITO DEL PROYECTO

La definición de la función objetivo debe completarse con el estudio del ámbito del proyecto a evaluar. Cualquier proyecto provoca cambios en el bienestar de un grupo de individuos durante un período de tiempo más o menos largo. El ámbito del proyecto debe recoger dicha información, es decir, los agentes afectados así como el tiempo en que se producen y perduran tales efectos. La función objetivo permitía la identificación de impactos y su clasificación como costes, beneficios o transferencias. El ámbito, por su parte, permite clasificar tales costes y beneficios como internos o externos. Los internos tienen lugar dentro del ámbito, y por lo tanto se consideran relevantes para la evaluación, mientras los externos suceden fuera y no se tienen en cuenta. Por otra parte, un impacto puede constituir una transferencia si los agentes implicados (transmisor y receptor) pertenecen al ámbito del proyecto, mientras que será un coste o un beneficio a tener en cuenta si uno de los dos está dentro del ámbito y el otro no.

El ámbito ideal para realizar evaluaciones de rentabilidad social estaría constituido por todos los habitantes del planeta y durante todo el tiempo que dure el proyecto. Sin embargo, es obvio que tal definición supera con creces los límites que imponen la falta de información o de incentivos, entre otras cuestiones. No es difícil, sin embargo, identificar algunas fuentes de posibles sesgos en la evaluación que tienen su origen en la definición del ámbito del proyecto, y que por lo tanto, invitan a prestarles una atención especial.

3.1. El uso de las fronteras políticas como límite geográfico

Es frecuente la utilización de las fronteras políticas y administrativas como definición del ámbito relevante para la evaluación de un proyecto público, debido principalmente a la facilidad con que puede hacerse. Sin embargo, es fácil demostrar que tal definición puede ser una fuente de sesgos importantes en el resultado de la evaluación. Por ejemplo, considérese en primer lugar el proyecto de construir una central térmica para producir energía eléctrica en el país A. Si el ámbito relevante para la evaluación se limita a las fronteras políticas de dicho país, se ignorarán, por resultar externos, los costes de la lluvia ácida que soportaría el país B a causa del funcionamiento de la central. La práctica habitualmente observada por parte de algunos estados de instalar las centrales nucleares cerca de sus fronteras, constituye otro claro ejemplo de mala definición del ámbito. Los graves costes de una eventual catástrofe se verían repartidos entre los habitantes del país propietario y los del lindante. Sin embargo, en términos de bienestar de toda la población, no serían menores.

El problema puede darse también a niveles inferiores al de las fronteras internas de un estado, como es del caso de regiones o comunidades locales. No faltan ejemplos de grupos políticos municipales enfrentados por la localización de plantas de tratamiento de residuos, por ejemplo. Un servicio que puede calificarse como mal colectivo en el sentido de Samuelson, puesto que todos recibirán los beneficios de su funcionamiento, mientras que los costes se reparten de forma mucho menos equitativa.

Cuando el efecto que pretende transferirse más allá de las fronteras políticas para no ser considerado en la evaluación tiene las características de una externalidad inagotable, el comportamiento, además de incorrecto, resulta absolutamente absurdo. Las externalidades inagotables son aquellas que tienen características de bien (o mal) colectivo puro, es decir, todos las sufrimos por igual independientemente de quien las provoque. Así por ejemplo, exportar la producción de gases cloruro-fluoruro-carbonados (CFCs) a países del tercer mundo (comportamiento adoptado por ciertos países industrializados una vez aprobadas las normativas que prohibían su utilización para los pertenecientes a la OCDE) es evidente que no disminuirá en absoluto sus efectos destructivos en la capa de ozono. Efectos, que antes o después acabarán sintiendo todos los países, ya sean productores, consumidores o ajenos al mercado de los CFCs. El mismo razonamiento sirve para cualquier otra externalidad con las mismas características de inagotable, como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad.



3.2. Sustituir los flujos de costes iniciales por un presupuesto atemporal

Cuando se encarga una obra es habitual que se presente un presupuesto que tiene dos características, está calculado en unidades monetarias constantes y los costes no están periodificados. No hace falta decir que la información así dispuesta es incompleta, ya que es necesario conocer la periodificación de los costes tanto por razones financieras como para determinar su valor actualizado. Por otra parte, los beneficios de una obra que dura T años se perciben más tarde que si la ejecución de la obra durara menos.

En una reciente tesis doctoral se calcula la rentabilidad de un activo inmobiliario peculiar. Los costes se iniciaron en 1881 con la compra del solar, y desde entonces se producen costes de construcción sin solución de continuidad. Ante la dificultad de trabajar con datos tan antiguos se optó por confeccionar un presupuesto con los precios actuales. Uno de los problemas de esta forma de proceder, es que el resultado es equivalente a considerar que la ejecución de la obra es instantánea, cuando en realidad durará siglos. Haciendo abstracción del cambio técnico, se están infravalorando los costes y sobrevalorando los beneficios, por lo tanto, la evaluación no será adecuada.

3.3. Prescindir del momento de ejecución del proyecto

La definición del ámbito del proyecto exige conocer el período de tiempo durante el cuál se producirán sus efectos, pero también cuál es el período inicial y final. Es sencillo demostrar que el mismo proyecto, con exactamente los mismos flujos de costes y beneficios durante un mismo número de años, tiene una rentabilidad distinta según el período en el que se ponga en marcha.

Ejemplo

En la Tabla 3.1 se presenta el cálculo del VAN para el proyecto A según comience a ejecutarse en el período 0 (A_0) o en el 1 (A_1), suponiendo una tasa de descuento (r) del 10%.

TABLA 3.1

	0	1	2	3	VAN ($r = 10\%$)
A_0	-5	3	4		1,03
A_1		-5	3	4	0,93

El resultado es claro, si un proyecto es rentable en términos de VAN, cuanto antes se realice mejor, puesto que en caso contrario se está incurriendo en un coste de oportunidad, el de comenzar a percibir los beneficios netos más tarde cuando la tasa de descuento es positiva. Como puede deducirse del ejemplo anterior, el VAN del proyecto ejecutado en el período 1 es el VAN del mismo proyecto comenzado en el momento 0, pero descontado un período con la tasa de descuento:

$$VAN(A_1) = \frac{VAN(A_0)}{(1+r)} \quad [3.1]$$

Cuanto mayor sea la tasa de descuento, mayor es el coste de oportunidad en el que se incurre al postponer un proyecto rentable.

3.4. Ignorar la existencia de distintas generaciones

Cuando los efectos de un proyecto se prolongan en el tiempo, como es el caso de la inmensa mayoría de los proyectos públicos, es inevitable que los agentes que se ven afectados, positiva o negativamente, pertenezcan a generaciones distintas. Una definición correcta del ámbito del proyecto debería tener en cuenta esta particularidad. Sin embargo, la práctica habitual es la contraria. Cuando

está claro que, desde el punto de vista individual los intereses de nuestros descendientes forman parte de nuestra propia función de utilidad, desde el punto de vista social no necesariamente es así. Ello es debido a que la sociedad no dispone de ninguna institución, ni de ningún procedimiento que permita reflejar correctamente las preferencias individuales de las generaciones presentes sobre las futuras.

La consideración explícita de los intereses de las generaciones futuras en la función objetivo, puede dar lugar a diferencias importantes en el resultado de la evaluación. En el Capítulo 6, donde se aborda la etapa de agregación de costes y beneficios se mostrará cómo puede cambiar el cálculo del VAN de un proyecto cuando se tiene en cuenta la existencia de diferentes generaciones afectadas.

4. LA IDENTIFICACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

La definición correcta de la función objetivo en un análisis de rentabilidad social, así como del ámbito de cada proyecto, son suficientes para garantizar una clasificación adecuada de los distintos impactos como costes, beneficios o transferencias, internos y externos. Es importante remarcar que costes y beneficios son conceptos económicos, y que no necesariamente han de coincidir con otros conceptos de carácter financiero como los gastos e ingresos, con los que es habitual identificarlos. Así por ejemplo, la contaminación no regulada está claro que constituye un coste desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, sin que comporte necesariamente ningún gasto. No emplear un recurso escaso, pudiendo hacerlo, supone incurrir en un coste de oportunidad, pero tampoco significa ningún gasto, como ocurre con las viviendas no ocupadas. Por otra parte, también abundan los ejemplos de actividades que dan lugar a beneficios sociales distintos a un mero ingreso monetario, como los que se derivan de la educación, la sanidad o los servicios de asistencia social, entre otros.

Por último, también es importante señalar que gastos e ingresos monetarios como los impuestos y las subvenciones, suponen beneficios y costes privados, pero son meras transferencias si, como debe ser, se considera la sociedad en conjunto.

A pesar de que, como decíamos, la definición correcta de la función objetivo y el ámbito son suficientes para la identificación correcta de los costes y beneficios de un proyecto, no es difícil cometer errores en la práctica, como los que se analizan a lo largo de este capítulo. Para ayudar en su detección, es útil utilizar la siguiente regla:

Se han de evaluar única y exclusivamente todos y cada uno de los costes y beneficios que se modifican con el proyecto, y en la medida en que modifican.

A la cual denominaremos la regla de oro para la identificación de los costes y beneficios. Por lo tanto, el concepto relevante de coste y beneficio es el incremental, es decir la diferencia entre los costes y beneficios con el proyecto y sin el proyecto (Pasqual, 1999). Esta diferencia coincidirá con el cambio registrado en la función objetivo.

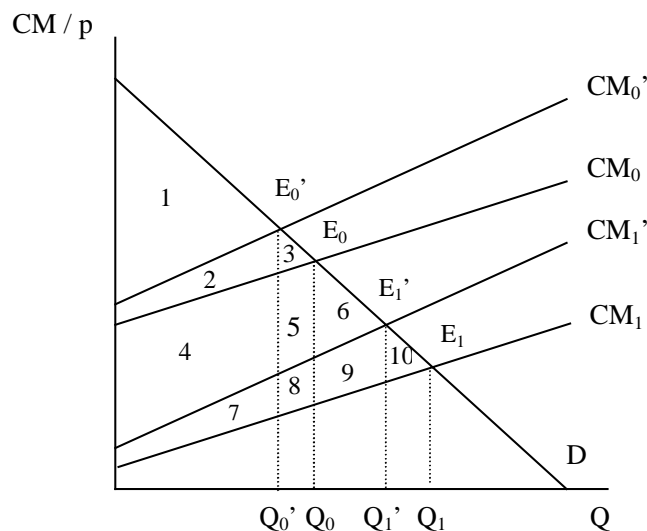
A continuación se estudian con detalle algunos posibles errores en la identificación de costes y beneficios de los proyectos públicos. En todo caso, el objetivo es realizar una crítica de carácter constructivo, que permita al analista evitar dichos errores, y a los usuarios de sus resultados detectarlos con cierta facilidad y rapidez.

4.1. Imputar a un proyecto los beneficios de otro relacionado que no se lleva a cabo

A modo de ejemplo, considérese el mercado de un bien cualquiera, por ejemplo de suelo industrial, que por algún motivo no funciona en competencia perfecta. Tal como se representa en la Figura 4.1, la curva de coste marginal social de suministrar el bien es CM_s , sin embargo, debido por

ejemplo a la ineficiencia X, el coste marginal privado es más elevado (CM_0') y el equilibrio de mercado se sitúa en una cantidad (Q_0') inferior a la óptima (Q_0). El sector público se plantea poner en marcha un proyecto que supondría el desplazamiento de CM_0 a CM_1 . El beneficio, es decir, el incremento del excedente total a que daría lugar dicho proyecto no sería el correspondiente a pasar del equilibrio E_0' (situación inicial) a E_1 . Si el proyecto únicamente invierte en la reducción del CM, la ineficiencia inicial no desaparecerá, por lo tanto, el equilibrio después del proyecto se producirá en un punto como E_1' .

FIGURA 4.1



Sin el proyecto, el equilibrio de mercado se produce en E_0' , y el excedente total es la suma de las áreas (1+2+3). Con el proyecto que reduce el coste marginal de producción de CM_0 a CM_1 , el equilibrio se traslada a E_1' , lo que supone un excedente total igual al área (1+2+3+4+5+6). La diferencia entre las dos situaciones, es decir, el beneficio incremental que es el relevante para la evaluación, es el área (4+5+6). Alcanzar el equilibrio óptimo con el nuevo coste marginal social, representado por E_1 en la Figura, sólo es posible si se lleva a cabo también un segundo proyecto, que es el de eliminación de la ineficiencia X. Por lo tanto, no debe contarse como beneficio del proyecto el incremento de excedente que supondría el paso de E_1' a E_1 , el área (7+8+9+10), puesto que éste corresponde a otro proyecto al que no se hace mención y que, lógicamente, también requerirá unos costes.

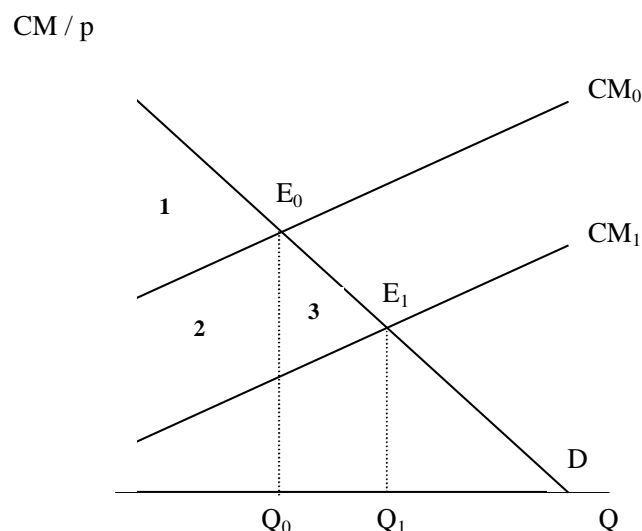
4.2. Considerar menos beneficios de los que realmente corresponden al proyecto

Aunque en la práctica es más frecuente encontrar cálculos con más beneficios de los que se producen en realidad, también se da el caso contrario, lo que incluso puede verse justificado en un acreditado manual de Análisis Coste-Beneficio.

Por ejemplo en Pearce (1971; v.c. 1973), se representa gráficamente un proyecto que consigue reducir el coste marginal de suministro de un bien de CM_0 a CM_1 , como en la Figura 4.2. Al evaluar el beneficio, el autor considera únicamente el incremento en el excedente total que tiene lugar como consecuencia del aumento de la cantidad intercambiada, representado por el área 3 en la Figura. Sin embargo, y paradójicamente, omite el beneficio que supone reducir el coste total de producción de la cantidad inicial de equilibrio (área 2).

De nuevo la aplicación de nuestra regla de oro pone al descubierto el error de inmediato. El concepto relevante de beneficio es el incremental, por lo tanto basta comparar el excedente total con y sin el proyecto para obtener el beneficio neto del proyecto. El excedente total sin el proyecto es el área 1 en la Figura 4.2; con el proyecto en cambio, el equilibrio se traslada a E_1 y el excedente total pasa a ser ahora el área (1+2+3). La diferencia entre las dos situaciones es, pues, todo el área (2 +3).

FIGURA 4.2



4.3. Tener en consideración sólo los costes o los beneficios

Es corriente en las conversaciones informales y, por supuesto, en el debate político, que se ponderen las ventajas de la propuesta que se presenta sin mencionar un solo coste. Se puede llevar a cabo el ejercicio contrario, tener en cuenta únicamente los costes, para desbaratar una propuesta no deseada. No faltan los estudios sobre una gran infraestructura que calculan con todo detalle y rigor todos los beneficios directos, indirectos e inducidos, olvidando la mención de los costes. Paradójicamente, este error elemental se comete incluso en campos que, como el científico, debería prevalecer la lógica. Por ejemplo, ante las quejas por el ruido y la contaminación que provoca la circulación de vehículos, se decide convertir una calle en peatonal. Si bien son obvios los beneficios de tal decisión, no debe olvidarse que también surgirán costes. Así por ejemplo, los usuarios del coche no sólo habrán de cambiar de modo de transporte, sino que además se verá reducido el número de viajes. Ello derivará en una pérdida social, que en todo caso debe ser comparada con el beneficio considerado.

4.4. Dar los beneficios por supuestos

Los beneficios de determinados proyectos son indiscutibles y cuantiosos, sin que importe la evidencia que exista en contra¹, justificando cualquier coste por grande que sea. Por ejemplo, no se pone en cuestión que para disfrutar de más cantidad de agua en épocas de sequía sea conveniente ampliar la capacidad para embalsar. Pero no basta con construir embalses. Como se muestra en Aguilera (1993), el fuerte y sostenido aumento en la capacidad para embalsar no siempre va acompañado de una mayor disponibilidad real de agua. De nuevo se puede observar el incumplimiento de nuestra regla de oro, al no estimar adecuadamente los beneficios con el proyecto, sino darlos por seguros.

4.5. Omitir beneficios relevantes, como el de la flexibilidad

Un beneficio importante en todo proyecto es el debido a la flexibilidad, que es la facilidad para adaptar el proyecto a necesidades y oportunidades cambiantes. Para las inversiones financieras la flexibilidad, entendida como la facilidad en el proceso de desinvertir en un proyecto para invertir en otro más rentable, es importante –ver Mauer y Triantis (1994)–. Asimismo, la capacidad de una planta

¹ La popular expresión "más se perdió en la guerra de Cuba" es una buena muestra de ello; la historia enseña que más bien se ganó con esta supuesta pérdida, porque los beneficios coloniales suelen ser más el fruto de la fantasía que de la realidad. Se puede consultar al respecto Maluquer (1999).



de fabricación cualquiera para ajustar la producción a la demanda supone una ventaja no despreciable, sobre todo si el comportamiento de la demanda tiene un fuerte componente estocástico. A pesar de su importancia, no siempre se tiene en cuenta este beneficio, sobre todo por la tendencia a emplear (mal) la esperanza matemática.

Ejemplo

Sea el proyecto F caracterizado por los flujos que se recogen en la siguiente tabla:

TABLA 4.1

F	0	1	2	3	4	...
ingresos I_t		300	10	300	10	...
costes C_t	-100	-100	-100	-100	-100	...
beneficio B_t	-100	200	-90	200	-90	...

Dado el coste del capital en este caso, el proyecto F no es rentable y se rechaza.

Supóngase que el proyecto F tiene cierta flexibilidad ($F_{flexible}$). Aunque no es posible ajustar la producción a la demanda, se puede parar y volver a poner en funcionamiento el proyecto a un coste negligible. En este caso, en cada período se tomará la decisión de funcionamiento si $\max\{B_t, 0\} > 0$, y se parará el proyecto en caso contrario. En este caso los flujos de $F_{flexible}$ son los que se muestran en la Tabla 4.2:

TABLA 4.2

$F_{flexible}$	0	1	2	3	4	...
ingresos I_t		300	0	300	0	...
costes C_t	-100	-100	0	-100	0	...
beneficio B_t	-100	200	0	200	0	...

El beneficio de la flexibilidad BF se calcula como:

$$BF = VAN(F_{flexible}) - VAN(F) \quad [4.1]$$

Es perfectamente posible pues, que una tecnología más flexible sea más aconsejable, que otra supuestamente menos cara, como ocurre con las plantas de producción de energía a partir de gas comparadas con las atómicas, menos flexibles.

4.6. Doble contabilidad

Un error frecuente y a veces difícil de detectar, es la doble contabilización de algún coste o beneficio del proyecto a evaluar, al utilizar dos medidas alternativas del mismo. El ejemplo más claro es el citado por McKean (1958). El beneficio de un proyecto de regadío podría aproximarse por el incremento en el precio del terreno, o también por el incremento de las rentas anuales de su explotación. Ambas medidas son válidas por separado, y en el óptimo deberían ser equivalentes. Es decir, el incremento en el precio de los terrenos debería ser igual al valor presente de los incrementos anuales en las rentas de su explotación. Utilizar ambas a la vez, sin embargo, supondría la doble contabilización del mismo beneficio.

Para calcular las indemnizaciones públicas que deben pagarse a los propietarios de las tierras anegadas por la construcción de una presa, por ejemplo, debería partirse del valor de dichas tierras o bien de sus rentas anuales, pero en ningún caso agregando ambas cantidades, ya que ello supondría duplicar un coste del proyecto. Del mismo modo, si el proyecto requiere la expropiación de viviendas, el coste podría computarse a partir de su valor de mercado, o bien del valor actual del alquiler que percibe el propietario si la tiene alquilada, pero no las dos cosas a la vez. Sería ridículo, además de incorrecto, que un propietario recibiera el doble de indemnización que su vecino por el hecho de tener su vivienda alquilada. Es inmediato demostrar que se incumpliría la regla de oro en la identificación de costes y beneficios. El propietario de la vivienda (tierra) en la situación inicial (sin el proyecto) la tendrá alquilada o no, pero es evidente que no pueden ocurrir las dos cosas a la vez. Los beneficios potenciales de esa situación inicial deben compararse con los que tendrán lugar con el proyecto, es decir, sin esa propiedad.

Un ejemplo adicional de doble contabilidad sería el de contar como beneficios de un proyecto de transporte los ahorros de tiempo para los usuarios y los ingresos por tarifas. El precio que paga un usuario por utilizar un medio de transporte indicará en buena parte cuál es el valor monetario para dicho usuario del ahorro de tiempo con respecto a la situación inicial en la que dicho medio de transporte no existía.

4.7. Consideración de los costes evitables (*sunk costs*)

Todos aquellos costes que no pueden modificarse con el proyecto, por aplicación directa de la regla de oro en la identificación de costes y beneficios, no deben tenerse en cuenta en la evaluación. Son costes que ya han tenido lugar, y que, por lo tanto, no dependen de si el proyecto se ejecuta o no.

Por ejemplo, en Sapag (1993) se discute sobre si deben tenerse en consideración o no los costes del estudio de la prefactabilidad de un proyecto, llegándose a la poco intuitiva conclusión que "*ambas opciones son correctas*". Como lo que cuesta analizar la denominada prefactabilidad de un proyecto no puede modificarse con la ejecución del proyecto, parece obvio que no debe tenerse en consideración.

4.8. Omisión del coste terminal o de finalización del proyecto

En muchos casos, un proyecto puede requerir un coste de cierta importancia una vez finalizado que, en ninguno de los casos debe omitirse. Así por ejemplo, una central nuclear, o el desarrollo de muchas tecnologías militares pueden tener costes de desmantelación o inutilización considerables una vez terminada su vida útil. Es fácil demostrar, utilizando la regla de oro, que dichos costes deben tenerse en cuenta al evaluar la rentabilidad social del proyecto. No es necesario desmantelar una central nuclear que no se ha construido, ni inutilizar un material militar del que no se dispone. Se trata, pues, de costes que se producen con el proyecto y que, en cambio, no tendrían lugar si éste no se llevase a cabo (coste incremental). Huelga decir que, si el coste de finalización es de cierta magnitud, ignorarlo puede influir drásticamente en el resultado de la evaluación.

4.9. Omisión de los costes de oportunidad

El coste de oportunidad es un concepto de carácter económico, y por lo tanto, relevante para la evaluación social. Constituye un claro ejemplo de un posible coste imputable al proyecto y, sin embargo, como no implica ningún gasto, algunos costes de oportunidad pasan desapercibidos. Por supuesto, deben considerarse únicamente aquellos costes de oportunidad que se modifican con el proyecto que se evalúa. A continuación se analizan ejemplos de costes de oportunidad, así como su relevancia para la evaluación social de proyectos.

a) El coste de oportunidad por la utilización de un input

La utilización de un input cualquiera comporta un coste, salvo que se trate de un bien libre, categoría en la que se agrupa un número muy limitado de bienes como la gravedad o la energía solar.



Sin embargo, si no es necesario comprar dicho input, entendiendo por comprar el tener que pagar algún tipo de precio, es fácil caer en la tentación de considerar que el coste de su utilización es nulo.

Por ejemplo, en un colegio se puede plantear en un determinado momento la necesidad de espacio adicional, digamos un gimnasio. Para construirlo, se barajan dos alternativas. La primera es utilizar un espacio del recinto que, hasta el momento ha permanecido ocioso. La segunda consiste en añadir una planta adicional a uno de los edificios ya existentes. Los costes de construcción son de 100 y 125 unidades monetarias (u.m.) respectivamente. Puesto que los flujos de beneficios cabe esperar que sean iguales en ambos casos, podría optarse por elegir el proyecto con menor coste de construcción, es decir, el de un nuevo edificio. Pero en tal caso se estaría olvidando computar el coste de oportunidad del terreno utilizado. Si bien es cierto que hasta entonces había permanecido ocioso, nada impide que se utilice si así se quiere. Por ejemplo, podría venderse o alquilarse, potenciales beneficios a los que se estaría renunciando al construir el gimnasio. Más difícil sería que se olvidase computar el coste del terreno si hubiese tenido que adquirirse en ese momento. La regla de oro identifica en este caso el coste de oportunidad como un coste relevante. Sin el proyecto, el terreno tendría un uso alternativo cuyos beneficios desaparecen con la ejecución del proyecto. Dichos beneficios, los de la mejor utilización alternativa constituyen, pues, un coste relevante para la evaluación.

No hace mucho, el gestor de un organismo público aseguraba que la construcción de cierto monumento no representaba coste alguno para su entidad, puesto que estaba enteramente financiado por empresas privadas. Esta era la respuesta a las duras críticas recibidas dada la importante suma de dinero empleada en la susodicha construcción. Una respuesta que es una verdad a medias. Aunque el dinero provenga del sector privado, de donde, por cierto, procede todo el dinero del sector público, éste tiene la obligación de invertirlo de la manera más eficiente posible. Si existía un proyecto más rentable que el aprobado, la realización de este segundo implica un coste de oportunidad para el conjunto de la sociedad que debería ser considerado como coste del proyecto aprobado.

b) *El coste de oportunidad por la no utilización de un input*

El caso simétrico al anterior, sería el del coste que supone la no utilización de un input o, lo que es lo mismo, el beneficio que deja de percibirse, que en ciertos casos puede constituir también un coste relevante para la evaluación. Así por ejemplo, la promoción de viviendas en régimen de protección oficial debería considerar como un coste el hecho de que alguna de dichas viviendas permanezca deshabitada una vez finalizada su construcción. Si se prefiere, ello sería equivalente a no contar los beneficios que supone la construcción de una vivienda cuando no se prevé que sea ocupada. Por supuesto, este coste de oportunidad es relevante desde el primer día y durante el período en que permanezca esa situación.

c) *El coste por la no realización de un proyecto rentable*

Cuando un proyecto es socialmente rentable, al no ponerlo en marcha se está incurriendo en un claro coste de oportunidad, el que suponen los beneficios netos a los que se renuncia. Supóngase por ejemplo un bien cuyo valor social inicial es V_0 . Se plantea la posibilidad de llevar a cabo un proyecto de coste C que haría cambiar dicho valor a V_1 . La conveniencia de tal proyecto depende, lógicamente, de la magnitud de V_0 , V_1 y C .

En primer lugar, si $V_0 > V_1$ está claro que el *statu quo* es la situación óptima, y esto es una condición suficiente para que el proyecto no deba llevarse a cabo; no existe pues, ningún coste de oportunidad relevante.

Por el contrario, que $V_1 > V_0$ constituye una condición necesaria para que el proyecto sea rentable, pero no es suficiente, pues falta por tener en cuenta el coste C del proyecto. Si el coste es superior a la diferencia entre el valor final y el inicial ($C > V_1 - V_0$) el proyecto no es rentable y no debe llevarse a cabo, a pesar de que V_0 no es el valor correspondiente a la situación óptima. Tampoco en este caso se estaría incurriendo en un coste de oportunidad por no realizar el proyecto; el coste de oportunidad tendría lugar, por el contrario, si dicho proyecto se realizara, pues los costes superan a los beneficios.

Por último, supóngase ahora que el coste del proyecto de transformación es inferior a la ganancia en valor ($C < V_1 - V_0$). En este caso, el proyecto es rentable y, por lo tanto, debería llevarse a cabo. Si, por algún motivo no se hace así, se estaría incurriendo en un coste de oportunidad social neto que es igual al beneficio neto que deja de percibirse, en este caso $[(V_1 - C) - V_0]$.

Restricciones legales, administrativas o de tipo cultural, son posibles causas de que un proyecto rentable no sea ejecutado. En este caso, debería evaluarse el proyecto de suprimir tales restricciones, incluyendo como uno de sus beneficios el coste de oportunidad que supone su mantenimiento.

Una causa habitual de que un proyecto rentable no se ejecute son las restricciones financieras, ya que suele haber muchos más proyectos rentables que fondos disponibles para financiarlos. En este caso, el coste de oportunidad social no deja de existir, pero no es relevante para la evaluación de ninguno de los proyectos en cuestión.

Hasta aquí se ha examinado el coste por no transformar un proyecto en otro de mayor valor. Existe además, por supuesto, el coste por no elegir la mejor forma de utilización de un recurso. Sean V_0 y V_1 las valoraciones de dos usos alternativos, 0 y 1, de un recurso cualquiera, con $V_1 > V_0$, entonces el coste de oportunidad neto por no elegir la mejor alternativa es $V_1 - V_0$.

d) *El coste de demora*

El mero paso del tiempo puede implicar la existencia de un coste de oportunidad. Efectivamente, con una tasa de descuento positiva, un beneficio es más valioso cuanto antes tenga lugar. Por eso los inputs susceptibles de producir un beneficio neto deben ser utilizados lo antes posible, y los proyectos rentables deben ser ejecutados cuanto antes. Lógicamente, en el caso de los costes se daría la situación contraria; si pueden retrasarse, su valor presente disminuiría (ver 6.2.4) lo cual tendría efectos positivos en la rentabilidad del proyecto.

5. LA VALORACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

Un cínico es una persona que conoce el precio de todo y no sabe el valor de nada.

OSCAR WILDE

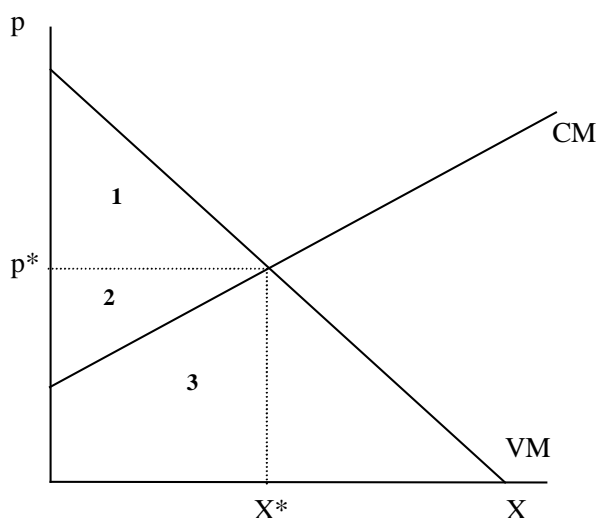
Una vez identificados y clasificados todos los impactos relevantes de un proyecto, queda pendiente valorarlos o, si se prefiere, ponerles un precio. Desde el punto de vista privado es relativamente sencillo valorar los costes y beneficios de una acción determinada. Sin embargo, esta tarea adquiere tintes de misión imposible cuando se adopta la perspectiva social. Tampoco en este caso existe una solución única ajena a la controversia. En aras de intentar ordenar la exposición, comenzaremos por analizar el indicador de valor por excelencia, el precio. Y en particular por los precios más universales, los que resultan del mercado. No son los únicos, pues también existen, por ejemplo, los precios administrativos (fijados por la propia Administración Pública para algunos de sus servicios), pero mucho menos habituales.

En un mercado que funciona en competencia perfecta, sin ningún tipo de imperfecciones, el precio que resulta del equilibrio perfecto reflejará el coste marginal privado (CMP) de producción del bien, y al mismo tiempo la valoración marginal (VMP) para los consumidores. Al margen de consideraciones distributivas, la ausencia de fallos de mercado garantiza, además, que el CMP y la VMP coinciden con el coste marginal social (CMS) y la valoración marginal social (VMS) respectivamente. Es decir, el precio de mercado coincide con el precio social del bien, y es directamente utilizable en un análisis de rentabilidad social.

Ahora bien, los precios, por definición son indicadores de valor marginales. Ello quiere decir que son perfectamente válidos para tomar decisiones en el margen del tipo –¿es preferible producir

y/o consumir una unidad marginal más?—, lo cual no significa que puedan emplearse también para calcular el valor y el coste de una cantidad no marginal, que es precisamente el problema que se plantea al evaluar proyectos públicos. Puede comprobarse en la Figura 5.1, donde se representa el mercado perfectamente competitivo del bien X. El precio de equilibrio p^* indica el valor/coste de la última unidad intercambiada de la cantidad de equilibrio X^* . Si lo que se quiere es el valor bruto de toda la cantidad X^* , debe estimarse todo el área que queda por debajo de la curva de VMS o curva de demanda del bien, áreas (1 + 2 + 3) en la Figura. Su coste sería, en cambio, el área por debajo de la curva CMS o curva de oferta, el área (3) en la Figura. De forma que la valoración neta total de la cantidad X^* resulta ser la suma de las áreas (1+2), el excedente total. Sin embargo, utilizando el precio de equilibrio p^* para valorar la cantidad X^* se obtendría como resultado el área (2 + 3), que no coincide ni con el valor neto ni con el valor total social ni con el coste total social, y que, por lo tanto, es erróneo.

FIGURA 5.1



En consecuencia, cuando se valoran cantidades no marginales de un bien con el precio de equilibrio de su mercado, se está infravalorando la ganancia bruta por un importe igual al excedente del consumidor. De la misma forma, si utiliza para calcular el coste total de producción, éste se está sobreestimando al incorporar el excedente del productor. El problema estriba en que con esta forma de valoración puede llegar a ocurrir que una pérdida (ganancia) quede reflejada como un aumento (disminución) de valor, como se muestra en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

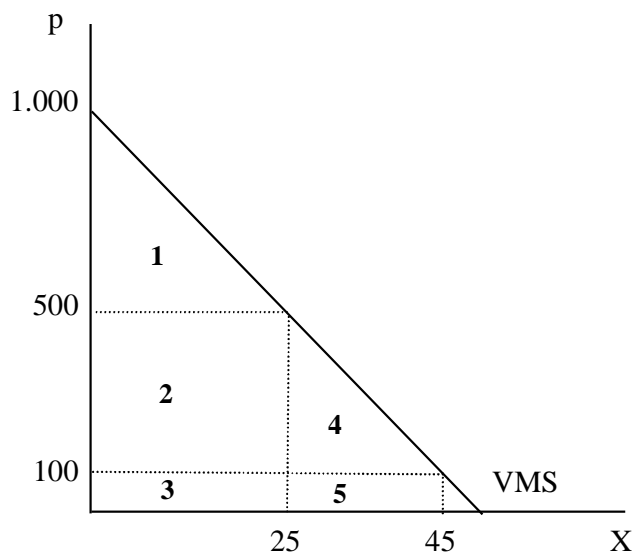
En la Figura 5.2 se representa la valoración marginal social de un cierto bien X, dada por la expresión:

$$p = 1000 - 20X \quad [5.1]$$

siendo p el precio y X la cantidad de bien. Supóngase que se valoran las existencias de este bien mediante un precio igual a la VMS. La cantidad inicial disponible de bien (X_1) es de 45 unidades, con lo que resulta un precio $p_1 = 100$. La valoración total (VT) de esa cantidad obtenida con p_1 será de $VT_1 = 4.500$, la suma de las áreas (3 + 5) en la Figura 5.2.

Si, por suerte, un terremoto destruyera 20 unidades de X entonces quedarían $X_2 = 25$ y el precio resultante sería de $p_2 = 500$, lo que proporciona una valoración de $VT_2 = 12.500$ (áreas 2+3 en al Figura). Merced al terremoto se ha destruido parte de la riqueza y, como consecuencia, su valor total ha aumentado en 8.000, lo que no deja de ser paradójico.

FIGURA 5.2



Es fácil encontrar el error en el anterior planteamiento. En realidad el beneficio total que proporcionan las 45 unidades iniciales de bien es de 24.750, todo el área que queda por debajo de la curva de valoración marginal social entre $X = 0$ y $X = 45$, es decir las áreas (1+2+3+4+5) en la Figura. Mientras que si se pierden 20 unidades, dicho beneficio se reduce a 18.750, áreas (1+2+3) en la Figura. El resultado es pues, como cabría esperar, que la pérdida de un bien representa una pérdida para la sociedad, en este caso concreto por valor de 6.000, y no un beneficio.

Ejemplo 2

El sector público tiene recursos para suministrar el bien X o el bien Y, pero no los dos. Por ello, se plantea averiguar cuál de los dos proyectos es más deseable. Ambos bienes tienen iguales funciones de VMS, que están definidas por:

$$p = 10 - Q \tag{5.2}$$

siendo p el precio de cualquiera de ellos, expresado en unidades monetarias y Q su cantidad. El coste marginal de producción es, en cambio, distinto:

$$CM_X = Q \tag{5.3}$$

$$CM_Y = 2,5 + Q / 2 \tag{5.4}$$

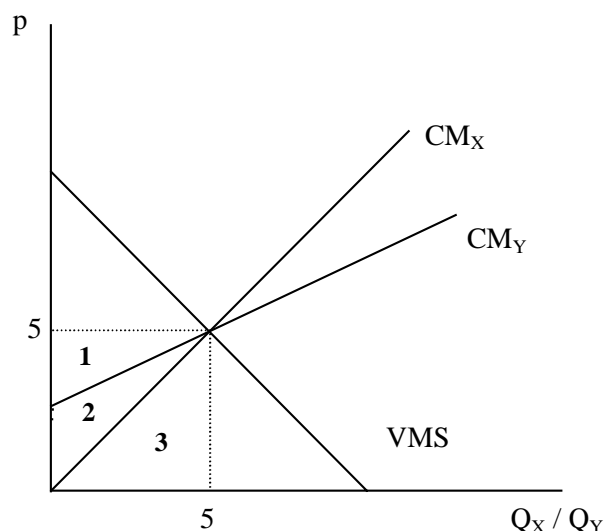
Tal y como se muestra en la Figura 5.3, las cantidades y precios de equilibrio son:

$$Q^*_X = Q^*_Y = 5 \tag{5.5}$$

$$p^*_X = p^*_Y = 5 \tag{5.6}$$

Como la VMS es idéntica para ambos bienes, se produciría la misma cantidad y, dado que el coste de producción valorado según el precio competitivo es también el mismo, podría concluirse que es indiferente desde el punto de vista social suministrar uno u otro.

FIGURA 5.3



Con ayuda de la representación gráfica es fácil detectar el error del anterior razonamiento. En efecto, la valoración total de la misma cantidad de ambos bienes es idéntica. Sin embargo, el coste total de producir 5 unidades del bien X es claramente menor que el de producir la misma cantidad de bien Y, ya que la función de costo marginal de X está por debajo de la de Y entre el punto 0 y el punto de equilibrio. Concretamente, el coste total de producir 5 unidades de X es de 12,5 u.m., área (3) en la Figura; mientras que producir la misma cantidad de bien Y cuesta 18,75 u.m., el área (2+3). Sin embargo esta diferencia en el coste total de producción no queda reflejada en el precio. Utilizando el precio, se obtiene que el coste de producción de X y de Y es de 25 u.m., el área total (1+2+3), lo cual no es cierto para ninguno de los dos casos.

Los dos ejemplos anteriores dejan claro cuál es el papel de los precios en la valoración de los bienes. Se trata de indicadores de valor únicamente válidos en el margen, y, por lo tanto, su utilización en la valoración de cantidades no marginales puede conducir a errores. Pero eso no es todo, ya que, hasta el momento se ha considerado que los precios resultan de mercados con condiciones ideales, sin ningún tipo de fallos ni imperfecciones, y que, por lo tanto, las curvas de VM y CM son las mismas desde el punto de vista privado y social. Es evidente que esta no es la situación más habitual. La presencia de impuestos, de externalidades o de monopolios, son algunos de los motivos más sobresalientes de que el precio que resulte del mercado no sea correcto para la evaluación social ni siquiera en el margen, puesto que no es el precio en el que coinciden la VMS y el CMS. Ante esto, la teoría habla de calcular y utilizar los denominados precios sombra o precios sociales en lugar de los precios del libre mercado. Aunque existe un acuerdo más o menos general en cuanto a la necesidad de los precios sombra, no ocurre lo mismo en cuanto a la forma de calcularlos. Es más, ni siquiera en cuanto a su definición. Buena prueba de ello, es la vasta literatura existente en cuanto al tema, que se extiende durante cuatro décadas, y en la que se pueden encontrar importantes errores y contradicciones.

Para definir el precio sombra de un bien, debe empezarse por diferenciar si éste constituye un input o un output del proyecto público. En el primer caso, el precio sombra debe ser el costo marginal social de producción (CMS), ya que refleja el coste de disponer de una unidad adicional del bien. Si, en cambio, se trata de un output, el precio sombra debe reflejar su valoración marginal (VMS), es decir, el beneficio para la sociedad de disponer de una unidad adicional. Como ya se ha visto, en competencia perfecta ambos coinciden entre sí y con el precio de mercado. En cualquier otra situación, sin embargo, el CMS y la VMS del bien diferirán, por lo que será necesario diferenciar si se trata de un input o de un output para obtener el precio sombra adecuado. Debe tenerse en cuenta que, al igual que los de mercado, los precios sombra también se definen en el margen. Es decir, un precio sombra refleja el coste (si es un input) o el valor (si es un output) para la sociedad de

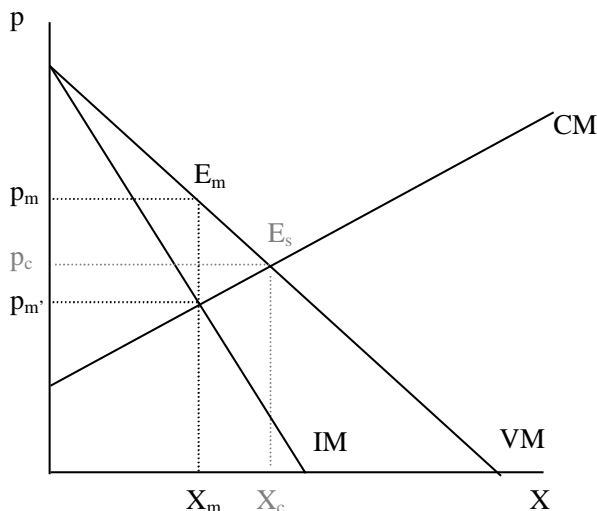
la última unidad del bien que se intercambia. En consecuencia, si se utilizan los precios sombra para valorar cantidades no marginales, también se estará incurriendo en un sesgo. A continuación, y a modo de ejemplo, se analiza la determinación de precios sombra ante ciertas imperfecciones o fallos de mercado, concretamente ante un monopolio, ante la existencia de impuestos y ante la presencia de efectos externos.

El precio sombra de un bien en monopolio

En la Figura 5.4 se representa el equilibrio en el mercado del bien X, para el que existe un único productor. Como es bien sabido, un monopolio no intervenido produce aquella cantidad en la que se igualan su coste marginal (CM) y su ingreso marginal (IM). Dicha cantidad (X_m en la Figura 5.4) resulta siempre inferior a la que se obtendría en competencia perfecta (X_c). Por otra parte, el monopolista no fija un precio igual a su coste marginal de producción (p_m), sino a la valoración marginal del bien (p_m'), consciente de que es el máximo precio que los consumidores están dispuestos a pagar.

Puesto que no se considera la existencia de ningún otro fallo ni imperfección del mercado aparte del propio monopolio, la VM y el CM son iguales desde el punto de vista privado y social. El equilibrio óptimo, el que maximizaría el bienestar social, sería el representado por E_s . Sin embargo, el equilibrio real es E_m .

FIGURA 5.4



Supóngase que el sector público necesita una unidad de X. El coste social de producir esa unidad será p_m en la Figura 5.4, por lo tanto, ese es el precio sombra del input X evaluado en X_m . Si en cambio el bien X fuese un output del proyecto público, el precio sombra debe reflejar el beneficio para la sociedad de disponer de una unidad adicional a X_m , es decir, la VMS que en la Figura 5.4 recoge p_m' (el precio de mercado que cobra el monopolista).

El precio sombra de un bien en presencia de impuestos

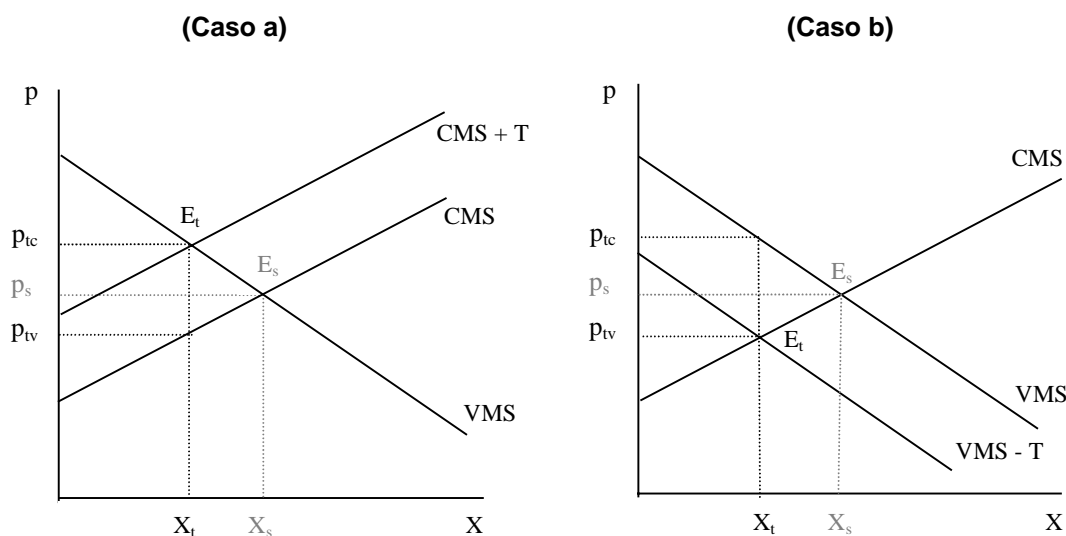
Los impuestos son otro de los motivos por los que el equilibrio de un mercado puede no coincidir con el que sería socialmente deseable. En la Figura 5.5 se representa el caso en que existe un impuesto unitario² de cuantía T por unidad de bien, sobre los vendedores (caso a) y sobre los compradores (caso b). En el primer caso, el impuesto provoca que el coste marginal de producir el bien percibido por los vendedores no coincida con el verdadero CMS, ya que incorpora la cuantía del

² El análisis de los impuestos *ad valorem* es el mismo. Lo único que cambia es el desplazamiento de las curvas de CM o VM, al no ser en paralelo.



impuesto por unidad (T). Como consecuencia, el punto de equilibrio del mercado se desplaza de E_s a E_t , en el que los consumidores han de pagar un precio superior ($p_{tc} > p_s$) por una cantidad menor ($X_t < X_s$). El precio que perciben los vendedores (p_{tv}) será, por su parte, la diferencia entre lo pagado por los compradores y la cuantía del impuesto ($p_{tc} - T$). Si el bien X constituye un input para un proyecto público, el precio sombra adecuado será el CMS evaluado en X_t , el cual coincide con el precio percibido por el vendedor, o si se prefiere, el precio de mercado neto de impuesto (p_{tv}). Si X es en cambio, un output del proyecto público, el precio sombra debe ser la valoración social evaluada en X_t , es decir, el precio de mercado incluido el impuesto.

FIGURA 5.5



Si el impuesto está legalmente establecido sobre los compradores en lugar de sobre los vendedores (Figura 5.5 b) el razonamiento no varía. El equilibrio del mercado se traslada también a un punto (E_t) con una cantidad inferior a la de la situación sin impuestos ($E_t < E_s$); los consumidores han de pagar un precio más elevado ($p_{tc} > p_s$), del cual los productores se quedarán una parte ($p_{tv} = p_{tc} - T$). De nuevo, si X es un input necesario para un proyecto público su precio sombra será el coste marginal evaluado en X_t , es decir, el precio de mercado neto de impuestos (p_{tv}). Mientras que si X es un output, su precio sombra, en este caso su valor marginal social, será el precio total de mercado con impuesto incluido (p_{tc}).

Un análisis simétrico al realizado aquí para los impuestos, puede hacerse para el caso de las subvenciones. Es fácil adelantar los resultados. Si el bien constituye un input para el sector público, el precio sombra en el margen (para la cantidad de equilibrio) será el CMS, más elevado que el precio que pagan los consumidores, al incluir también la cuantía de la subvención. Si en cambio X es un output del proyecto público, el valor social marginal coincide con el precio de equilibrio en el mercado.

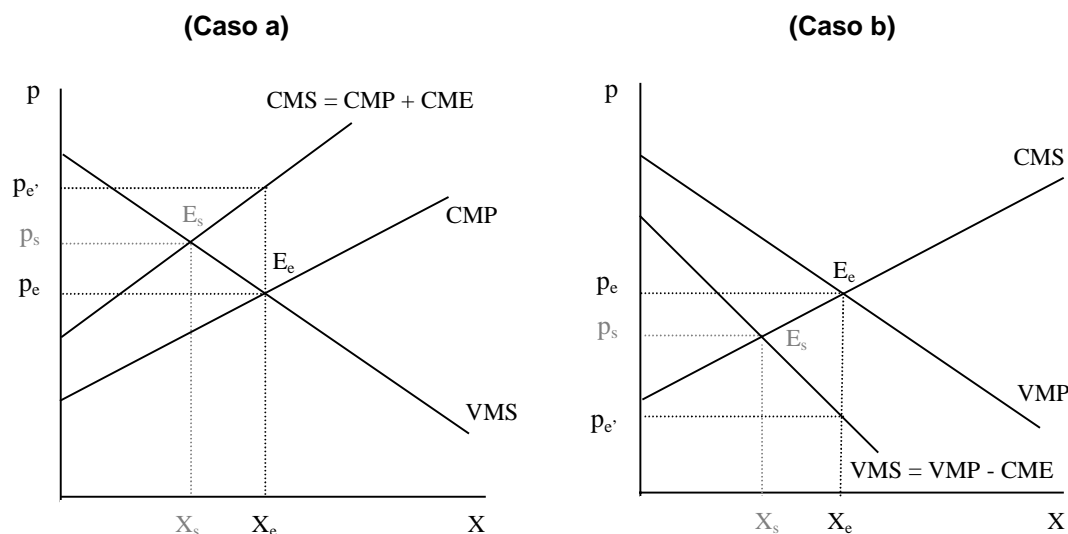
El precio sombra de un bien en presencia de externalidades

Se presenta a continuación, el análisis de lo que ocurre ante otro posible fallo de mercado, como es la existencia de efectos externos. En la Figura 5.6 se representa el mercado de un bien X cuya producción provoca una externalidad negativa (caso a), y cuando es su consumo el que genera un coste externo (caso b). Con una externalidad negativa en la producción, el libre funcionamiento de mercado da lugar a un equilibrio (E_e en la Figura 5.5.a) en el que la cantidad intercambiada es superior a la socialmente deseable ($X_e > X_s$), mientras que el precio es inferior al que resultaría en ausencia de la externalidad ($p_e < p_s$). El resultado es la consecuencia de que los productores no incorporen los costes externos de su actividad en su función de oferta, puesto que no los soportan directamente, o bien lo hacen en una proporción ínfima. Es sabido que la presencia de externalidades es una de las justificaciones más universalmente aceptadas para la intervención del sector público en

el funcionamiento de los mercados. Pero este no es el problema que nos ocupa aquí, sino el de ver como afecta la existencia de este fallo de mercado a la determinación de los precios sombra. Por ello, vamos a suponer que el sector público necesita input X para realizar alguno de sus proyectos, y que el mercado de X es el que se representa en la Figura 5.6 (caso a). Nos preguntamos cuál es el precio sombra de la cantidad de equilibrio X_e , y, puesto que se trata de un input, sabemos que deberá reflejar el CMS. Por lo tanto, el precio sombra en el margen de X_e es el resultado de agregar al precio de mercado (p_e) el coste marginal externo (CME) correspondiente, resultando p_e' en la Figura 5.6.

Si el bien X constituyese, en cambio, un output del proyecto, el precio sombra debe indicar su valor social en el margen, por lo tanto, el precio de mercado (p_e) es el indicador correcto.

FIGURA 5.6



Cuando la externalidad negativa se produce en el consumo, situación que se representa en la Figura 5.6 (caso b) la cantidad de equilibrio de nuevo resulta superior a la socialmente óptima ($X_e > X_s$), y también ocurre lo mismo con el precio ($p_e > p_s$). En este caso, para la cantidad de equilibrio X_e , el precio de mercado refleja su CMS, y por lo tanto, es el precio sombra en el margen si se trata de un input. Si en cambio X es el output de un proyecto público, el precio sombra será su valor social en el margen, es decir, en la diferencia entre el precio de mercado y el coste marginal externo, p_e en la Figura 5.6.

El análisis se realizaría de forma simétrica cuando el signo de la externalidad es positivo. En el caso de un beneficio externo en la producción, el precio de mercado coincidirá siempre con la VMS, pero no con el CMS. El precio sombra de la cantidad de equilibrio será el precio de mercado si es un output, y será la diferencia entre el precio de equilibrio y el beneficio marginal externo si es un input. Cuando es el consumo del bien el que da lugar a un efecto externo positivo, el precio de mercado refleja el CMS del bien, pero no la VMS. Por ello, el precio sombra de la cantidad de equilibrio será el precio de mercado si se trata de un input, o la suma del precio de mercado y el beneficio marginal externo si es un output.

Del análisis hasta aquí realizado se derivan dos importantes conclusiones a tener muy en cuenta en la valoración de los impactos de los proyectos públicos. En primer lugar, que los precios como indicadores de valor son válidos únicamente en el margen. Por lo tanto, no deben utilizarse para estimar el valor social de cantidades no marginales, ya que ello puede dar lugar a un considerable sesgo.

En segundo lugar, los precios de mercado sólo son válidos para la valoración social cuando dicho mercado funciona en competencia perfecta, sin ningún tipo de fallo o imperfección. En otro caso, el precio de mercado no indica el verdadero coste marginal social del bien, o su verdadera



valoración marginal social, por lo cual sería necesario estimar y utilizar el precio sombra del bien, teniendo en cuenta si constituye un input o un output para el proyecto público.

La valoración de costes y beneficios en la evaluación pública es un tema difícil para el que no existe una solución universal. Los precios sombra son muy útiles conceptualmente hablando, pero pueden perder gran parte de esa utilidad en el terreno práctico, cuando, por ejemplo, su cálculo comporta costes superiores a los beneficios de su utilización. Si se tiene en cuenta que los precios de todos los bienes de la economía están interrelacionados entre sí, parece evidente que sólo un modelo de equilibrio general o, mejor dicho, una batería de modelos, podría conducir a un resultado riguroso, resultado que, por otra parte, no cesaría de cambiar en la medida que se vayan modificando los parámetros que caracterizan a la economía. En la práctica, no obstante, parece que la posibilidad de emplear un modelo de semejantes características queda lejos, tanto por su misma complejidad como, sobre todo, por la dificultad en la elección del modelo apropiado en cada caso y en la interpretación económica de los resultados.

A continuación se analizan algunas prácticas y razonamientos erróneos en relación con la valoración social de impactos.

5.1. Igualar el precio sombra del trabajo a la producción perdida

Sin duda, los precios sombra que han generado una mayor polémica son los correspondientes a los denominados recursos centrales de una economía, es decir, el trabajo, el capital y, en el caso de las economías en desarrollo, las divisas. Cualquier proyecto público hace uso en mayor o menor medida de los mismos, de ahí la importancia de computar adecuadamente el coste social por su utilización. En el caso de la mano de obra, diferentes autores y manuales se inclinaron por identificar su precio sombra con la producción perdida en otro sector a cambio de su incorporación al proyecto público. Sin embargo, se trata de una simplificación que en muchos casos puede conducir a un resultado absurdo, como que el precio sombra correspondiente a un trabajador que proviene del desempleo es nulo. Efectivamente, la producción alternativa de dicho trabajador puede no existir, pero es ridículo pensar que el coste social de emplearlo es también nulo. Dicho trabajador tendrá necesariamente un salario de reserva que recoge los costes que para él supone trabajar. No obstante, durante años predominó la idea de un salario sombra nulo en el caso de las economías con una gran cantidad de trabajadores desempleados, o con un gran sector agrícola con productividad muy baja. En este segundo caso, se partía del supuesto de que utilizar trabajadores agrícolas en la realización del proyecto público no haría variar la producción agrícola total (productividad marginal nula en la agricultura).

Si el trabajador que necesita el sector público forma parte de la función objetivo social (maximizar el excedente total), lo cual, al menos en principio, es indudable, los cambios en su excedente deben ser considerados. En consecuencia, difícilmente el salario sombra será nulo. Aunque provenga del desempleo y el coste de oportunidad para la sociedad en términos de producción perdida sea nulo, no lo será el coste en el que incurre el propio trabajador para desempeñar su nuevo puesto de trabajo.

Algunos autores encabezados por Harberger (1968, 1969, 1971), se convirtieron en los grandes detractores de la teoría del salario sombra nulo, esgrimiendo diferentes argumentos. En primer lugar, según todos los datos manejados por Harberger, la productividad marginal agrícola resultaba ser claramente positiva para un país como la India, con lo cual era de esperar que no fuese nula tampoco para ningún otro. En segundo lugar, y aun en el caso de una productividad agrícola nula, o bien de utilización de trabajadores procedentes del desempleo, el salario sombra difícilmente se igualaría a cero, puesto que todos los trabajadores, incluso los más pobres de la India, tienen un salario de reserva positivo. Dicho salario recogería diferentes costes asociados a trabajar para el proyecto público, como pueden ser el cambio de residencia del campo a la ciudad, el coste de transporte, los mayores precios de los bienes necesarios para subsistir, y también, posiblemente, el coste en términos de esfuerzo físico. Todas estas variables pueden tener mayor o menor influencia dependiendo de cada caso, y en la práctica resultan muy difíciles de cuantificar directamente en términos monetarios, lo cual no justifica en modo alguno que deban obviarse. Según Harberger (1968), el salario de mercado en un subsector industrial que denominaba *desprotegido* constituiría una aproximación razona-

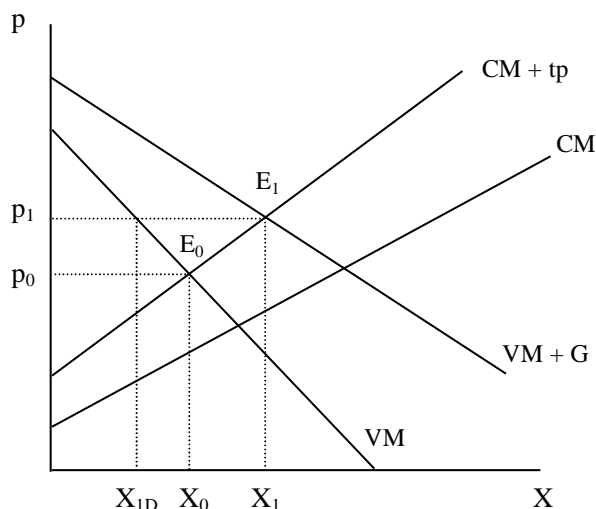
ble a su cuantía total. Dicho subsector se caracterizaría por el pago de unos menores salarios y peores condiciones laborales que el resto del sector industrial. La probabilidad de que un trabajador procedente del campo (o que se incorpore al mercado laboral) encuentre trabajo en dicho subsector desprotegido sería, sin embargo, muy elevada. Por lo tanto, si alguien está dispuesto a emigrar de la agricultura a cambio del salario en dicho subsector, es razonable pensar que éste constituye una buena aproximación de su salario de reserva.

5.2. Calcular el precio sombra de un recurso como una media de CMS y VMS

El afán de Harberger por argumentar su rechazo a la teoría de un precio sombra nulo para el trabajo, le llevó a extender la conclusión de que el precio de mercado era un indicador de valor social adecuado cualquier input. De Harberger (1969) data la propuesta del precio sombra para un input material como una media ponderada de su coste marginal social (CMS) y su valoración marginal social (VMS), propuesta recogida en diferentes manuales mucho más actuales como Boadway y Wildasin (1984). Se parte del mercado de un bien X como el representado en la Figura 5.7, distorsionado por la presencia de un impuesto ad valorem al tipo t . La cuantía del impuesto será pues tp , siendo p el precio del bien. El equilibrio de mercado se alcanza inicialmente en un punto como E_0 , donde se cortan la curva de demanda privada o de valoración marginal (VM en la Figura), y la curva de oferta con impuestos (CM + tp), resultando la cantidad de equilibrio de X_0 y el precio de p_0 . A continuación se considera la puesta en marcha de un proyecto público que necesita como input una cierta cantidad del bien X. Como consecuencia, la curva de demanda del bien X se desplaza hasta VM+G, siendo G la cantidad demandada para el proyecto. De forma que el mercado alcanza ahora un nuevo equilibrio en E_1 , con una nueva cantidad $X_1 > X_0$ y un nuevo precio $p_1 > p_0$. En la Figura 5.7 puede verse que, de la nueva cantidad de equilibrio X_1 , una parte X_{1D} es consumida por el sector privado, mientras que el resto $[X_1 - X_{1D}]$ se destina al proyecto público. Por lo tanto, la cantidad total de bien X que utiliza el proyecto, cuyo coste social interesa determinar, proviene de dos orígenes distintos. En primer lugar, $[X_1 - X_0]$ procede de un incremento de la producción, por lo que se propone calcular su coste social como el coste marginal de producirla, es decir, el área que queda por debajo de la curva de CM entre X_1 y X_0 . La parte restante $[X_0 - X_{1D}]$, procede de una reducción del consumo privado, y por ello se propone estimar su coste sombra como a partir de su valoración marginal, como el área que queda por debajo de la curva de VM entre X_{1D} y X_0 .

En definitiva, el precio sombra del input X utilizado para el proyecto se calcularía como una media del coste marginal y la valoración marginal del recurso, siendo las ponderaciones las proporciones de bien utilizado por el sector público que proceden de un incremento de producción y de una reducción de la demanda privada respectivamente.

FIGURA 5.7





Sin embargo, la forma de plantear el problema no es afortunada. Se parte de un mercado que está afectado por un impuesto *ad valorem* al tipo t , con lo que no se cumple la condición de optimalidad de CMS igual a VMS. El equilibrio resultante se modifica como consecuencia de agregar una demanda del sector público (G). Por lo tanto la situación inicial es peculiar, ya que no tiene en cuenta de ninguna manera que existen recursos en la economía que no se han utilizado, los necesarios para que el sector público formule su demanda. Dicho de otro modo, la restricción presupuestaria agregada se cumple con desigualdad estricta y, en consecuencia, el punto de partida no puede ser eficiente.

El análisis de lo que ocurre al incorporar la demanda del sector público no es correcto. Con un coste marginal creciente, si se compara la situación sin la demanda del sector público y con ésta, ocurre que la cantidad total producida aumenta en la diferencia $[X_1 - X_0]$, pero no tanto como para evitar que la cantidad consumida por el sector privado disminuya por valor de $[X_0 - X_{1D}]$. La cantidad consumida por el sector público proviene pues, por una parte del incremento de oferta $[X_1 - X_0]$, y por otra de la disminución de la demanda privada $[X_0 - X_{1D}]$. El error surge al computar el coste total social que supone la utilización pública del bien. Se afirma que el coste de la parte que proviene de un incremento de oferta $[X_1 - X_0]$ es el área bajo la curva de coste marginal en dicho intervalo, lo que coincide con la intuición (el coste debido a la producción de la cantidad $[X_1 - X_0]$ es el coste de producirla).

Menos intuitivo es el coste que se imputa a la otra parte de la demanda pública, la que procede de una reducción de la demanda privada $[X_0 - X_{1D}]$. Se dice que como esta cantidad se distrae del consumo privado, el coste social es igual al valor de este consumo, o sea el área bajo la curva de demanda privada en el intervalo $[X_0 - X_{1D}]$. El razonamiento no es correcto porque, de nuevo, la restricción presupuestaria agregada se satisface en desigualdad estricta, lo que indica que el resultado en cuestión puede mejorarse sin más que emplear los recursos que han quedado ociosos. En efecto, es cierto que los consumidores tienen una pérdida por la disminución del consumo. Sin embargo no es menos cierto que los recursos que inicialmente estaban destinados a sufragar la cantidad $(X_0 - X_{1D})$ siguen intactos. Por consiguiente, está claro que en un mundo con multitud de alternativas con dichos recursos se puede obtener prácticamente el mismo bienestar que antes de la actuación del sector público si se emplean en la mejor alternativa a la producción de X . En resumen, el coste social por el uso público del recurso, no es más que el coste total de producción de esta cantidad y, por lo tanto, el precio sombra adecuado será el CMS para la nueva cantidad de equilibrio, y no una media ponderada de la VM privada y el CMS como resulta del modelo de Harberger.

El modelo examinado es espurio. Como ya se ha visto, por alguna razón que no se especifica, ni en la situación inicial ni en la final se emplean todos los recursos disponibles y, en consecuencia, tanto el comportamiento del sector privado como el del público incumplen el principio de racionalidad. Por otra parte se trata de un modelo atemporal que se resuelve en dos etapas y tiene la particularidad de que el resultado está en función del orden en que se plantean estas etapas: si se partiera de la demanda pública y se incorporara posteriormente la demanda privada, la conclusión sería la opuesta.

Es evidente pues que el modelo no tiene capacidad explicativa. Aplicando el principio de parsimonia al modelo se podría partir de una situación sin impuestos ($t = 0$) y con sólo dos consumidores el 1 y el 2. Si en el mercado existiera solamente la demanda del consumidor 1, resultaría una cantidad de equilibrio de X^* y un precio $P^* = \text{CMS}$ evaluado en el punto X^* . Si se añade ahora la demanda del consumidor 2 ocurre que la cantidad producida es de $X' > X^*$ y el precio es $P' > P^*$, suponiendo que el CMS es creciente. El consumo de X se reparte entre los dos consumidores $X = X_1 + X_2$, siendo X_1 el consumo del consumidor 1, $X_1 < X^*$. Como consecuencia de la demanda de 2, el consumidor 1 pierde. Si se sigue el razonamiento del modelo analizado esta pérdida es igual al área bajo la curva de demanda entre los puntos X^* y X_1 . Pero está claro que 1 mantiene intactos los recursos que estaban destinados a sufragar la producción de la cantidad $(X^* - X_1)$ y que nada impide que los destine a otros usos. Por lo tanto la pérdida de 1 es igual a la diferencia entre el excedente que hubiera obtenido con el uso de dichos recursos en X y el que consigue con la mejor alternativa, una diferencia que no puede ser grande. No hace falta añadir que la explicación no puede cambiar si ponemos etiquetas a los consumidores 1 y 2. El 1 puede ser privado y el 2 público o al revés y, por supuesto, los dos pueden ser privados. En este último caso, no parece fácil defender que un aumento en la demanda —la incorporación del consumidor 2 al mercado— suponga un coste social en lugar de un beneficio social y la aplicación del modelo examinado conlleva una conclusión absurda.

5.3. Considerar precios infinitos

Un precio infinito tendría sentido para algo que tuviera un valor infinito. Pero no hay valores infinitos por la sencilla razón de que los recursos son limitados, con lo que no es posible pagar un precio infinito por nada. En particular sorprende que el precio sombra del capital pueda ser infinito, porque no tiene sentido que alguien esté dispuesto a pagar una cantidad infinita para disponer de una cantidad finita de X.

Mendelsohn (1981) propone la siguiente fórmula para calcular el precio sombra del capital (V_t):

$$V_t = \frac{m(1 - s_y)}{r - s_y m} \quad [5.7]$$

siendo s_y la tasa de ahorro en relación a la renta disponible, m la productividad marginal del capital y r la tasa social de descuento. V_t toma valores negativos cuando $r < s_y m$. Para evitarlo Mendelsohn sustituye el denominador por un valor nulo (solución espuria), con lo que V_t toma un valor infinito. El remedio, sin embargo, es tan absurdo como el mal que se pretende evitar. Un precio sombra negativo para el capital no parece muy apropiado para reflejar la carestía de capital en una economía, pero no hace falta explicar que un valor infinito para el capital, o para lo que sea, es absurdo.

Otro caso particular en el que la tentación de asignar un valor infinito suele ser alta es el de la vida humana. Si bien es cierto que desde el punto de vista privado la pérdida de una vida humana resulta irreparable, desde el punto de vista social no tiene sentido asignarle un valor infinito. De hacerlo, se está renunciando a la evaluación económica, y cualquier proyecto para salvar una sola vida sería rentable por definición y debería hacerse antes y a costa de cualquier otro. Eso significaría destinar todos los recursos públicos a investigación médica, o mejoras en infraestructuras de transportes por ejemplo, y cero a otros programas como los educativos, que no cuentan entre sus potenciales beneficios el ahorro de vidas humanas. El sinsentido de asignar un valor social infinito a una vida humana queda reflejado en un poema de Salvador Espriu:

*"De vegades és necessari i forçós
que un home mori per un poble
peró mai ha de morir tot un poble
per un home sol".*

En castellano, "a veces es necesario y forzoso / que un hombre muera por un pueblo / pero jamás debe morir todo un pueblo / por un solo hombre".

5.4. Considerar precios nulos para valores positivos

Si los precios infinitos carecen de justificación alguna en el análisis económico, algo parecido ocurre con los precios nulos. Difícilmente un input puede utilizarse a precio cero, puesto que, como mínimo tendrá un coste de oportunidad como es el de otro uso alternativo. Que no se pague un precio no significa que el coste no exista, cuestión sobre la que ya se incidió en el capítulo anterior dedicado a la identificación de impactos del proyecto. Conviene recordar ahora, que se está tratando la valoración, que un coste de oportunidad nulo es muy improbable que se produzca. Por lo tanto, los precios nulos deben, como mínimo, tildarse de sospechosos desde un primer momento, y ser sometidos a una rigurosa verificación.

Por ejemplo, el precio que suele pagarse por la utilización del subsuelo para infraestructuras de servicios urbanos (conducciones de agua, electricidad, telefonía) no depende ni de la cantidad de espacio utilizada ni del tiempo que dure dicha utilización. De forma que el coste marginal del espacio para las empresas que lo utilizan es nulo, lo que conduce a una sobreutilización y a una mala ordenación.



5.5. Omitir los precios o valores relativos

No especificar los precios relativos entre dos bienes, es una forma velada de otorgarles exactamente el mismo valor. Por ejemplo, supongamos que el sector público se propone luchar contra la contaminación ambiental. Existen dos tipos de contaminantes principales, X e Y. Con la inversión de una unidad monetaria se consigue reducir en tres unidades la contaminación por X, o bien en una unidad la contaminación por Y. Ante esto, podría optarse por concentrar todos los recursos en la eliminación de X, pero no se dispone de toda la información para tomar la decisión correcta. Si el presupuesto está dado, basta con examinar los beneficios para tomar una decisión. Sea p el precio relativo entre X e Y. Entonces los beneficios sociales (B) que reportan la eliminación de una unidad de X y de Y serán, respectivamente:

$$B(X) = pX \quad [5.8]$$

$$B(Y) = Y \quad [5.9]$$

y dado que $X = 3Y$, $B(X)$ será también:

$$B(X) = 3pY \quad [5.10]$$

Es decir, el beneficio por destinar todos los recursos disponibles a la eliminación de X será superior al beneficio de la alternativa (eliminar Y) si el precio relativo de X con respecto a Y es superior a $1/3$. Por lo tanto, se requiere información acerca del precio relativo p para conocer el signo del resultado.

6. LA AGREGACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

La agregación constituye la última etapa en un proceso de evaluación. Se trata de agregar adecuadamente todos los impactos que previamente han sido identificados, cuantificados y valorados, para, posteriormente, aplicar algún criterio que permita tomar la decisión correcta acerca de la rentabilidad social del proyecto. Este capítulo se dividirá por ello en dos grandes secciones. En primer lugar se abordará el problema del descuento para, posteriormente discutir la conveniencia de las reglas de decisión tradicionales.

6.1. El descuento

Es habitual que los impactos que produce cualquier proyecto se prolonguen en el tiempo, de manera que, para agregarlos, es necesario utilizar lo que en general se denomina una tasa de descuento intertemporal. El valor de dicha tasa, que denotaremos por r , refleja en qué porcentaje una unidad de beneficios en el presente es más valiosa que la misma unidad de beneficios obtenida un período más tarde. Existen diferentes motivos por los que la tasa de descuento intertemporal existe y es, en general, positiva. Desde el punto de vista privado, por ejemplo, los individuos prefieren los beneficios cuanto antes porque son impacientes, porque el capital es productivo, porque existe una probabilidad no nula de muerte, y porque, en general, la utilidad marginal del consumo es decreciente. El propio mercado es capaz de internalizar estos factores a través del precio del dinero, aunque, es cierto que en general dicho mercado dista mucho de ser perfecto, y por eso el tipo de interés de mercado no puede considerarse, ni mucho menos, un buen reflejo de la tasa de preferencia temporal de los individuos.

Desde el punto de vista social, los argumentos para justificar el descuento intertemporal son básicamente los mismos, aunque existen algunas discrepancias. Así por ejemplo, en cuanto al

argumento de la impaciencia Ramsey (1928, p. 543) afirmaba que es “producto de la debilidad de la imaginación”, Pigou (1920, p. 25) que “los individuos tiene su facultad telescópica defectuosa” y Harrod (1948, p. 40) que es “una expresión de que la pasión conquista a la razón”. Si la impaciencia es calificada como una actitud irracional, no tiene sentido incorporarla al análisis social, cuyo objetivo debe ser precisamente el contrario, argumenta Kula (1984). También la oportunidad de considerar el riesgo de muerte como justificación para el descuento social ha sido puesta en entredicho. Sin embargo, autores como Tinbergen (1956), Eckstein (1961) o Scott (1989) argumentan que la tasa de preferencia temporal de la sociedad debe ser un reflejo de las preferencias individuales, independientemente de la opinión que éstas merezcan al decisor o evaluador correspondiente.

La obtención de la tasa social de descuento intertemporal ha sido objeto de investigación durante décadas, si bien, la única conclusión cierta a la que ha podido llegarse es a la imposibilidad de obtener una única tasa óptima. Como se destaca en Marglin (1963), este problema no es más que un caso particular del teorema de imposibilidad de Arrow. De la misma forma en que no se puede obtener una función de bienestar social óptima a partir de la agregación de las utilidades individuales, tampoco es posible conseguir las preferencias sociales intertemporales agregando las privadas. Sin embargo, este hecho ni exime de la necesidad de la evaluación social, y por lo tanto de disponer de una tasa social de descuento, ni permite emplear cualquier tasa de descuento.

A continuación se analizan algunas de las prácticas erróneas que, en relación al descuento, pueden cometerse en una evaluación social.

6.1.1. Ignorar la tasa de descuento

En la práctica cotidiana no suelen disponerse los costes y beneficios en valor actual (VA), sino que se toma la suma total. De esta forma se simplifican las decisiones aunque se pierde información, lo que no supone mayor problema en las pequeñas cuestiones. Sin embargo, también se utiliza el mismo procedimiento para decisiones de cierta envergadura, lo que no tiene justificación alguna.

Ejemplo

Producir la máquina X cuesta C_x y su mantenimiento supone un coste de M_x . La máquina Y proporciona exactamente el mismo beneficio bruto y es más barata que la X, ya que cuesta C_y , en cambio, el coste de mantenimiento es mayor, M_y . Ambas máquinas tienen una duración casi ilimitada, D períodos. La decisión es simple, es más interesante la máquina X que la Y si el coste total de la máquina X (la suma del precio inicial y el producto del número de períodos que dura por el coste de mantenimiento anual) es inferior al coste total de Y, es decir si:

$$C_x + DM_x < C_y + DM_y \quad [6.1]$$

En el procedimiento descrito, al multiplicar el coste de mantenimiento por la duración se incurre en el error de sumar flujos situados en distintos períodos de tiempo, lo que equivale a emplear una tasa de descuento nula. Lo correcto es agregarlos mediante la función Valor Actual (VA). Los flujos reales de costes en cada caso serían los que se recogen en la tabla siguiente:

TABLA 6.1

	0	1	...	D-1
X	- C_x	- M_x	...	- M_x
Y	- C_y	- M_y	...	- M_y

La máquina X será preferida a la Y si tiene el VA más alto³, es decir, si:

³ El VA de una constante k que se produce en cada período entre el 1 y el T es de $VA = k[1/r - 1/r(1+r)^T]$ y tiende a k/r cuando T tiende a infinito.



$$\left[VA(X) = -C_X - \frac{M_X}{r} \right] > \left[VA(Y) = -C_Y - \frac{M_Y}{r} \right] \quad [6.2]$$

O, lo que es lo mismo, si:

$$[C_Y - C_X] > \left[\frac{(M_X - M_Y)}{r} \right] \quad [6.3]$$

De donde puede deducirse que X será preferida a Y cuando la tasa de descuento sea lo suficientemente grande, en concreto, cuando:

$$r > \frac{M_X - M_Y}{C_Y - C_X} \quad [6.4]$$

6.1.2. La utilización de una tasa ad hoc

Ante las ya mencionadas dificultades para obtener la tasa social de descuento, no faltan ocasiones en las que la elección de este parámetro se deja en manos del propio analista. De esta forma, el decisor dispone de una valiosa herramienta para modelar el resultado de la evaluación a conveniencia, lo cual, es obvio, no quiere decir que siempre ocurra. Lo cierto es que la utilización de tasas de descuento arbitrarias en las evaluaciones sociales, sin estar debidamente acompañadas de justificación económica, deben considerarse, de entrada sospechosas. Una tasa errónea puede conducir a la toma de una decisión equivocada, del mismo modo en que ocurre cuando la tasa de descuento simplemente se ignora.

Ejemplo

Considérense dos proyectos A y B, cuyos flujos se detallan en la tabla siguiente:

TABLA 6.2

	0	1	2	3	TIR
A	-1000	400	400	400	9,7%
B	-1000	100	150	1000	8,6%

Como puede deducirse de su tasa interna de rendimiento, el valor actual neto de A será positivo siempre que la tasa de descuento sea inferior al 9,7% (un 8,6% en el caso de B). Con una tasa del 10%, por ejemplo, tanto A como B resultarían no rentables. Por lo tanto, el signo de la evaluación puede verse modificado con la tasa de descuento empleada.

Supóngase ahora que A y B son dos proyectos alternativos y rentables (la tasa de descuento ha de ser inferior al 8,6%), y el sector público se plantea estudiar cuál de los dos es preferible. De nuevo, la tasa social de descuento juega un importante papel en la decisión. Con una tasa del 4%, por ejemplo, en términos de VAN el proyecto B resulta preferible al A, ya que:

$$VAN(B) = 123,8 > VAN(A) = 110,0$$

Sin embargo, si la tasa social de descuento es del 6%, se produce el resultado contrario:

$$VAN(A) = 69,20 > VAN(B) = 67,46$$

El motivo de que el VAN y la TIR den lugar a resultados que parecen inicialmente contradictorios se analizará con detalle en 6.2.

6.1.3. Ignorar la existencia de diferentes generaciones

Cuando la duración de un proyecto se extiende durante muchos períodos, lo cual suele ser habitual en el caso de las actuaciones públicas, es probable que sus impactos sean recibidos por individuos que pertenecen a generaciones distintas. Sin embargo, la práctica habitual ignora esta realidad, ya que la toma de decisiones se basa en el supuesto de inmortalidad, es decir, se evalúa la rentabilidad social como si los individuos presentes en el momento de la evaluación fuesen los únicos en recibir las consecuencias. Un sencillo ejemplo permite ilustrar cómo puede variar la rentabilidad de un proyecto cuando se considera explícitamente la existencia de generaciones.

Ejemplo

Se quiere estudiar la rentabilidad de un proyecto de inversión en infraestructura que requiere una inversión en el período inicial ($t = 0$) de 2 unidades monetarias (u.m.), y que generará unos beneficios netos anuales de 2 u.m. en los tres períodos siguientes ($t = 1, 2, 3$). Supóngase que la sociedad está compuesta, en el período presente ($t = 0$), por dos únicos individuos (o dos generaciones) A y B, que viven durante dos períodos. A es un individuo viejo, nacido en $t = -1$, mientras que B es joven y ha nacido en $t = 0$. Cada individuo tiene un hijo en el segundo período de su vida, justo antes de morir. Así, A' es hijo de A y nace en $t = 1$, B' es hijo de B y nace en $t = 2$, A'' es hijo de A' y nace en $t = 3$, y así sucesivamente. Suponiendo una tasa social de descuento del 100% anual, el VAN del proyecto, referido al período inicial ($t = 0$), resulta de -0.25 . Por lo tanto, debería rechazarse.

El proyecto, sin embargo, afecta a diferentes generaciones, por lo que sería conveniente examinar cómo afecta a cada una de ellas por separado. Supóngase que tanto los costes como los beneficios se reparten a partes iguales entre los individuos presentes en cada período. Como muestra la Tabla 6.3, A es un perdedor neto, porque ha de asumir la mitad del coste inicial del proyecto sin recibir a cambio ningún beneficio. B también pierde, a pesar de que recibe beneficios en el segundo período. Los demás individuos por su parte, descendientes de A y B, son ganadores netos porque únicamente perciben beneficios, sin tener que asumir ningún coste. Si la toma de decisiones es democrática el proyecto será rechazado desde el punto de vista de las generaciones presentes (las que toman la decisión), porque la suma del VAN(A) y el VAN(B) es negativa (-1.5). Cuando se suma el VAN de las distintas generaciones, el resultado sigue siendo negativo (-0.25), por lo tanto el proyecto no es rentable.

La actualización en el planteamiento anterior se realiza exclusivamente desde la perspectiva de las generaciones presentes. El período 0 es el inicial para los individuos A y B, pero no para los demás, que todavía no han nacido. El período inicial para A' es el 1, para B' el 2, y para A'' el 3. El VAN para cada individuo referido a su correspondiente momento inicial (VAN_i) se obtiene en la última columna de la Tabla 6.3. El cálculo del VAN para las generaciones presentes (A y B) permanece invariable. Sin embargo, para todas las generaciones futuras afectadas (A', B' y A'') se obtiene un VAN superior al que se obtenía bajo el supuesto de inmortalidad.

TABLA 6.3

		0	1	2	3	VAN ₀ (r = 100%)	VAN _i (r = 100%)
generación	período inicial (i)						
A	0	-1				VAN ₀ (A) = -1.00	VAN ₀ (A) = -1.00
B	0	-1	1			VAN ₀ (B) = -0.50	VAN ₀ (B) = -0.50
A'	1		1	1		VAN ₀ (A') = 0.75	VAN ₁ (A') = 1.50
B'	2			1	1	VAN ₀ (B') = 0.38	VAN ₂ (B') = 1.50
A''	3				1	VAN ₀ (A'') = 0.12	VAN ₃ (A'') = 1.00
Total		-2	2	2	2	VAN ₀ = -0.25	No- sumable

Interesa averiguar si en conjunto la sociedad gana o pierde con el proyecto. En nuestra opinión no sería correcto sumar los costes y beneficios de generaciones distintas como propone Kula



(1988), porque ello implica indiferencia entre el consumo de una u otra generación. Nijkamp and Rouwendal (1988) proponen una suma ponderada de los VAN_i , siendo la ponderación la importancia atribuida a los beneficios netos obtenidos por cada generación en el momento i . La suma de todas las ponderaciones sería la unidad, y en el caso particular de que la ponderación correspondiente al VAN de la primera generación fuese uno (y por consiguiente todas las demás nulas), el resultado coincidiría con el del VAN tradicional.

Es preciso disponer de una forma de agregar los beneficios netos pertenecientes a generaciones distintas que sea consistente con las preferencias. De hecho, los individuos no sólo tienen preferencias definidas sobre consumo propio actual y futuro, sino también entre consumo propio y consumo de sus descendientes⁴. Supóngase, en nuestro ejemplo, que cada individuo descuenta el consumo de su primer descendiente a una tasa R , la tasa de descuento intergeneracional. Teniendo en cuenta estas preferencias, al beneficio que directamente recibe un individuo habrá que añadirle el que recibirá su hijo, descontado a la tasa R . Denominemos valor actual neto generacional ($VANG$) al VAN para un individuo incorporando sus preferencias por el consumo de su primer descendiente. Así, el $VANG$ para A se referirá al período 0 y será la suma del suyo propio y el de su hijo A' referido al período 1 y descontado a la tasa R ,

$$VANG_0(A) = VAN_0(A) + \frac{VAN_1(A')}{1+R} \quad [6.5]$$

Al mismo tiempo A' tendrá preferencias definidas sobre el consumo de su hijo A'' , que también se ve afectado por el proyecto. Por lo tanto, también es preciso calcular el $VANG$ correspondiente al individuo A' , que será la agregación del suyo propio y el de A'' descontado también según R , y referido al momento $t = 1$,

$$VANG_1(A') = VAN_1(A') + \frac{VAN_3(A'')}{1+R} \quad [6.6]$$

Sustituyendo [6.6] en [6.5] se obtiene el VAN generacional del proyecto para A y todos sus descendientes afectados por dicho proyecto, referido al período 0, que resulta,

$$VANG_0(A) = VAN_0(A) + \frac{VAN_1(A')}{1+R} + \frac{VAN_3(A'')}{(1+R)^2} \quad [6.7]$$

De la misma forma puede obtenerse el $VANG_0$ para B . Finalmente el VAN generacional total, es decir el valor actual neto del proyecto para las generaciones presentes en el momento 0 teniendo en cuenta las preferencias por el consumo de sus descendientes será,

$$VANG_0 = VANG_0(A) + VANG_0(B) = -1.5 + \frac{3}{1+R} + \frac{1}{(1+R)^2} \quad [6.8]$$

En nuestro ejemplo, el $VANG_0$ tomaría un valor máximo de 2.5 (cuando $R = 0$), y seguiría siendo positivo, y por lo tanto contradiciendo al VAN tradicional, para cualquier R inferior al 129 por ciento.

6.2. Los criterios de decisión

En Remer y Nieto (1995) se exponen y comentan veinticinco procedimientos para determinar la rentabilidad de un proyecto. Que todavía subsistan y se practiquen tantas maneras distintas de calcular la rentabilidad, significa que no existe ningún método capaz de resolver todos los problemas que se presentan en la práctica de forma satisfactoria. Es más, lo anterior sugiere que, aún renunciando a disponer del método perfecto, no es posible afirmar que se dispone de un sistema que

⁴ Agee and Crocker (1996 y 2002) han realizado estimaciones empíricas de la tasa de descuento intergeneracional, basándose en las decisiones de inversión que toman los padres en el bienestar futuro de sus hijos.

siempre sea preferible a cualquier otro. Como es natural, de los veinticinco métodos presentados por Remer y Nieto casi todos son indefendibles a menos que se renuncie a la lógica más elemental y, en un proceso de selección de estos criterios, por poco riguroso que éste fuera, no quedarían ni media docena. Entre los seleccionados estarían sin duda dos, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR), por cuanto son criterios que se presentan en todos los manuales y se emplean cada vez más, tanto en el sector público como en el privado.

El panorama pintado en Remer y Nieto (1995) es idílico, por cuanto no contempla la posibilidad de que se presenten discrepancias en la aplicación de los criterios presentados. La realidad es muy distinta, ya que la aplicación de los criterios de rentabilidad no está exenta de dificultades, incluso en los acreditados criterios clásicos VAN y TIR. Como se pone de manifiesto después de una lectura atenta de Cantor y Lippman (1983), estos criterios clásicos funcionan bien en casos simples y muy concretos, como la compra de acciones sin riesgo, si tal cosa fuera posible. Enfrentados a un caso real, lo que significa tener en cuenta la existencia de restricciones más o menos peculiares, estos criterios continúan siendo útiles siempre que se lleven a cabo las adaptaciones que sean necesarias; en caso contrario, es inevitable que surjan paradojas. La conclusión es obvia, el problema de la selección de proyectos no tiene una solución general, cada problema cualitativamente distinto tiene su propia regla de optimalidad, regla que puede ser muy distinta de la preconizada para el modelo ideal.

La medida de la deseabilidad de un proyecto tropieza con algunas dificultades. Buena parte de los problemas que surgen son debidos a la falta de una definición rigurosa tanto de qué se entiende por proyecto y qué tipos de proyectos deben tenerse en cuenta, como de los criterios de decisión VAN y TIR. Por este motivo es necesario empezar partiendo de las nuevas definiciones que se presentan a continuación –ver Pasqual, Tarrío y Pérez (2001)–.

Proyecto

Un proyecto P genera una sucesión temporal de cantidades C_t , se inicia en el momento M, dura T periodos (desde M hasta M+T) y depende de una tasa de descuento r:

$$P = \{C_t, M; r\}. \quad [6.9]$$

Un proyecto no está bien especificado si no se detallan todos los costes y beneficios. Si no se incorporara la tasa de descuento, de forma explícita o implícita, faltaría un coste, el del capital. Además, cabe la posibilidad de que la naturaleza de un proyecto sea distinta en función del valor de la tasa r. Asimismo, si se modifica el momento de ejecución, los costes y beneficios del proyecto varían. Es más, un proyecto se convierte en otro distinto al cambiar el momento de ejecución. Por lo tanto es preciso señalar cuándo se ejecuta el proyecto.

— Valor actual neto (VAN)

El VAN de un proyecto P mide la variación que se produce en la riqueza hoy (período 0) por llevar a cabo dicho proyecto:

$$\text{VAN}(C_t, M, T; r) = \sum_{t=M}^{M+T} \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad \text{con} \quad r \neq -1 \quad [6.10]$$

Si en un proyecto debe figurar el momento de ejecución M, con mayor motivo ha de especificarse para calcular el VAN. En caso contrario el cálculo se realiza como si se ejecutara de inmediato, es decir como si $M = 0$, pero el resultado no es equivalente.

— Tasa interna de rentabilidad (TIR)

La tasa interna de rentabilidad (TIR) de un proyecto mide la tasa de incremento (positiva o negativa) por período del capital del proyecto. Se definen las TIRs como todas las r_j^* tales que $\text{VAN}(r_j^*) = 0$, $j = 1, \dots, J$.



— Tipos de proyectos (comportamiento)

A partir de las definiciones correctas de proyecto y de VAN es posible caracterizar el comportamiento de los proyectos en una forma apropiada para medir su deseabilidad y para interpretar los resultados.

Inversión: Todo proyecto cuyas cantidades tienen signos diferentes se comporta como una inversión en el intervalo (r_a, r_b) si el VAN decrece a medida que aumenta la tasa de descuento en dicho intervalo, es decir:

$$\frac{\partial \text{VAN}(r)}{\partial r} < 0 \quad r \in (r_a, r_b) \quad [6.11]$$

Crédito: Todo proyecto cuyas cantidades tienen distinto signo se comporta como un crédito en el intervalo (r_a, r_b) si el VAN crece con la tasa de descuento en dicho intervalo, es decir:

$$\frac{\partial \text{VAN}(r)}{\partial r} > 0 \quad r \in (r_a, r_b) \quad [6.12]$$

Regalo: Todo proyecto con flujos no negativos y al menos uno estrictamente positivo es un regalo.

Pérdida: Todo proyecto con flujos no positivos y al menos uno estrictamente negativo.

Las definiciones de regalo y pérdida son las habituales. Por el contrario, ha sido necesario acuñar las anteriores definiciones de inversión y crédito para ampliar la capacidad explicativa de los criterios de decisión VAN y TIR.

La deseabilidad de un proyecto según el VAN:

El criterio para no rechazar un proyecto es siempre el mismo para cualquier tipo de operación, que su VAN sea no negativo ($\text{VAN} \geq 0$). Todo lo demás constante, cuanto mayor sea el VAN mejor, ya que indica una mayor diferencia entre beneficios y costes.

Comparación de dos proyectos según el VAN:

El criterio básico es el mismo para cualquier tipo de proyecto: entre dos proyectos A y B, todo lo demás constante, se preferirá siempre el que tenga un mayor VAN:

$$A \succ B \Leftrightarrow \text{VAN}(A) > \text{VAN}(B) \quad [6.13]$$

En la práctica habrá que matizar este criterio, como se verá más adelante. Bajo los supuestos habituales, la ordenación de proyectos de mayor a menor VAN es correcta. Sin embargo, en una situación más realista, habrá proyectos difícilmente comparables de forma directa, porque el ámbito temporal es distinto o bien porque la cantidad a invertir tampoco es la misma. Las dificultades de que no se cumpla la cláusula *ceteris paribus* (todo lo demás constante) se abordan más adelante.

La deseabilidad de un proyecto según la TIR:

A diferencia del VAN, que como se ha visto tiene una única regla de decisión para cualquier tipo de proyecto ($\text{VAN} \geq 0$), para decidir si se rechaza un proyecto empleando la TIR es indispensable conocer el tipo de proyecto de que se trata. Si r_0 es la tasa de descuento de referencia, y r^* es la TIR, la regla para no rechazar un proyecto es la que se resume en la Tabla 6.4:

TABLA 6.4
CRITERIO DE LA TIR

Inversión	Crédito
$r^* \geq r_0$	$r^* \leq r_0$

Esta regla, que es la estándar, es aplicable sólo en un caso, cuando la TIR del proyecto existe y es única. Sin embargo, existen otros dos casos que es preciso tener en consideración, como son aquellos en los que no existe ninguna raíz real y aquellos en los que existen n TIRs reales:

- a) La inexistencia de TIR para un proyecto A implica que o bien su VAN es siempre positivo para cualquier valor de la tasa de descuento ($VAN(A) > 0 \forall r$) o bien siempre negativo ($VAN(A) < 0 \forall r$). En uno u otro caso, basta con calcular el VAN(A) con un valor arbitrario de r para saber si A es o no un proyecto conveniente.
- b) La multiplicidad de raíces, que algunos autores interpretan como una anomalía, es en realidad una consecuencia lógica del tipo de función que se emplea⁵, el VAN, y, contra lo que se piensa, su presencia no impide aplicar el criterio de la TIR. Diversos autores reconocen la dificultad de aplicar el criterio de la TIR por la falta de buenas propiedades de este indicador, como Hirshleifer (1958), Peumans (1974), Weston y Brigham (1984), entre otros muchos, llegándose a recomendar (Ross, 1995) que desaparezca la TIR de los programas docentes de finanzas. Sin embargo, basta una pequeña modificación de la regla habitual para ampliar la capacidad explicativa de la TIR, como se verá más adelante. Para aplicar el criterio de la TIR cuando hay más de una raíz se procede como sigue:

Sean $r^*_1, \dots, r^*_s, r^*_{s+1}, \dots, r^*_n$, las raíces del VAN del proyecto ordenadas de menor a mayor, y r_0 la tasa de descuento. La TIR que debe tomarse para aplicar el criterio depende de la posición de la tasa de descuento r_0 en dicha ordenación, pudiendo darse tres casos.

- En primer lugar si la tasa de descuento es inferior a la menor de las TIR ($r_0 < r^*_1$), se utiliza la TIR menor (r^*_1) para aplicar el criterio de deseabilidad.
- En segundo lugar, si la tasa de descuento es mayor que la TIR más alta ($r_0 > r^*_n$), se utilizará dicha TIR (r^*_n).
- En cualquier otro caso, es decir, cuando la tasa de descuento es un valor intermedio entre dos de las TIR del proyecto ($r^*_s < r_0 < r^*_{s+1}$), el criterio funciona correctamente tanto si se elige la raíz inferior (r^*_s) como la superior (r^*_{s+1}) del intervalo.

Comparación de dos proyectos según la TIR:

Suele decirse que, todo lo demás constante, se preferirá el proyecto que presente una TIR mayor, ya que es habitual dar por descontado que todos los proyectos son inversiones. Pero la realidad es más compleja y, para tomar decisiones mediante el criterio de la TIR es preciso conocer el tipo de proyecto. Lo cierto es que, *ceteris paribus*, si se trata de inversiones es preferible el que presente una TIR mayor (mayor rentabilidad), y en cambio es preferible una menor TIR si se están comparando créditos (menor coste).

6.2.1. Definir y/o interpretar la TIR de forma errónea

La dificultad en la interpretación económica de la TIR y la aparente discordancia con la aplicación del VAN, son un viejo problema con una explicación muy simple. Es intuitivo que la rentabilidad de un proyecto de inversión disminuye al aumentar los costes y, en concreto, al aumentar el coste del capital r . Esta deseable característica sólo se conserva si la rentabilidad se mide con una función monótona decreciente respecto a r y al momento de ejecución M , y la función VAN no siempre lo es, lo que da lugar a resultados contraintuitivos. Se ha intentado solucionar el problema mediante diversas aproximaciones, entre las que destacan la de Massé (1962) que, contra la opinión general, reconoce que todas las raíces de la función VAN son relevantes; y la de Teichroew, Robichek y Montalbano

⁵ Regla de Descartes: El número de ceros positivos de un polinomio, $p(x)$, es igual al número de cambios de signo en la sucesión de sus coeficientes, o a un número menor que difiere de éste en un número par positivo. El número de ceros negativos se obtiene de forma similar a partir del polinomio $p(-x)$.

(1965a, 1965b) que, por su distinción entre inversiones puras y mixtas abre el camino para entender un proyecto como la agregación de varios subproyectos. Sin embargo, las recientes contribuciones de Oehmke (2000) y Castelo (2001) ilustran hasta qué punto persisten importantes vacíos conceptuales al respecto. Tal vez la causa se encuentra en que algunos de los problemas no resueltos y otros que sí lo están, no han recibido la atención que merecen. Como muestra de la gran confusión que todavía subsiste, se presenta la siguiente selección de afirmaciones erróneas.

a) *La TIR no está siempre bien definida*

Afirmación irrefutable porque el autor (Castelo, 2001) no la argumenta de ninguna manera. Como no hay más dificultad en definir correctamente la TIR que en definir las raíces de un polinomio, entendemos que el problema de definición es inexistente.

b) *Para aplicar la TIR se necesita menos información que para el VAN*

Aunque para calcular la TIR no se necesita la tasa de descuento, sin este dato no puede aplicarse, con lo que ambos criterios, TIR y VAN, requieren la misma información.

c) *Las TIRs negativas no tienen significado económico*

Esta es una falsa creencia, compartida por muchos expertos, como Rodríguez (1984) y Solanet *et al.* (1984). Por ejemplo, sea el proyecto A caracterizado por los flujos que se detallan en la Tabla 6.5:

TABLA 6.5

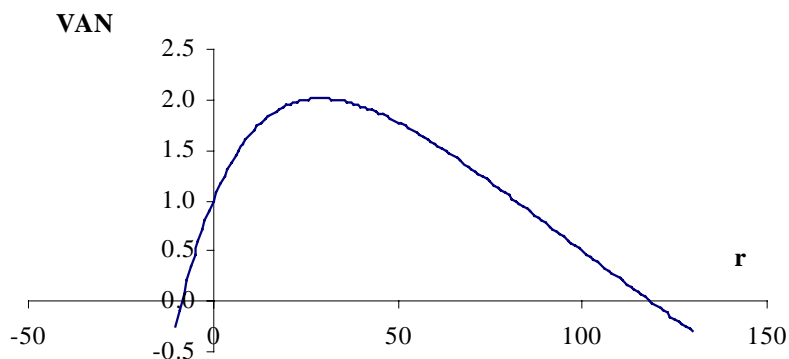
	0	1	2
A	- 10	31	- 20

Existen dos raíces, $r^*_1 = -8,44\%$ y $r^*_2 = 118,4\%$. Siguiendo la interpretación usual se diría que se trata de una buena inversión: la raíz $r^*_1 = -8,44\%$ debe despreciarse por ser negativa y la tasa de rentabilidad es por lo tanto de $r^*_2 = 118,4\%$. Esta conclusión es errónea de principio a fin. Para empezar, que se trate de un proyecto de inversión no está tan claro. La función VAN de este proyecto es creciente hasta el punto $\underline{r} = 29\%$ aproximadamente, y decreciente a partir de este punto (ver Gráfico 6.1). Esto significa que el proyecto se comporta como un crédito entre una tasa r arbitrariamente baja y el punto $\underline{r} = 29\%$, y como una inversión para valores más altos de r . Se consideran tres casos:

- La tasa de descuento es inferior a la raíz negativa ($r_0 < r^*_1$). En este tramo el proyecto se comporta como un crédito. La TIR de este intervalo (r^*_1) resulta mayor que la tasa de descuento, por lo tanto debe rechazarse, porque de lo contrario se estaría comprando capital a un precio superior al de mercado.
- El valor de la tasa de descuento se sitúa entre las dos TIR ($r^*_1 \leq r_0 \leq r^*_2$). Si se parte de la TIR negativa (r^*_1), como en el punto r^*_1 el proyecto se comporta como un crédito y la tasa de descuento es superior ($r^*_1 \leq r_0$), el proyecto es deseable. Si se toma la otra raíz (r^*_2), ocurre que en este punto el proyecto se comporta como una inversión y, al ser r^*_2 superior a la tasa de descuento, la conclusión es la misma de antes, el proyecto es deseable. En resumen, el empleo de la raíz r^*_1 , que es negativa, conduce al mismo resultado que la utilización de la r^*_2 , que es positiva, y la falta de sentido de las raíces negativas no se sostiene.
- La tasa de descuento es superior a la mayor de las raíces ($r_0 \geq r^*_2$). El proyecto se comporta como una inversión en este intervalo. La raíz es r^*_2 y, como por hipótesis la tasa de descuento es superior ($r^*_2 \leq r_0$), el proyecto debe rechazarse.

No es ocioso señalar que un simple análisis gráfico evidencia que los resultados alcanzados empleando las TIR coinciden con los que surgirían si se aplicara el criterio del VAN.

GRÁFICO 6.1
FUNCIÓN VAN DEL PROYECTO A DEFINIDO EN LA TABLA 6.5



d) *Cuando existe más de una TIR no es posible aplicar el criterio de la TIR y debe emplearse al criterio del VAN*

Esta es una creencia ampliamente compartida y constituye la conclusión principal de Oehmke (2000), "if the researcher is quite sure of the appropriate discount rate to use, then there is no real issue: either the NPV is positive at the rate or is not" (p. 350), resultado que recoge también Castelo (2001) y emplea como punto de partida. Sin embargo, esta afirmación no es cierta, tal y como se ha demostrado en el apartado 3 anterior, en el que el criterio de la TIR ha sido aplicado sin problema alguno a pesar de la existencia de dos raíces.

e) *Conviene diseñar una tasa sustitutiva de la TIR que incluye el coste de capital*

Como la tasa de Ramsey (1970). Ante la falta de monotonía de la función VAN siempre puede recurrirse al fácil procedimiento que consiste en actualizar todos los flujos negativos al momento 0 y los positivos al 1 o al que se desee. Mediante este expeditivo sistema se pierde información, pero se puede obtener una tasa de rentabilidad que no está expresada en términos netos como el VAN, ni es bruta como la TIR, sino algo intermedio.

f) *Las TIRs de la función VAN se pueden resumir en una tasa sintética*

En Promislov y Spring (1996) se confecciona una tasa que está en función de las TIR pero, curiosamente, excluye las TIR cuando la función VAN en este punto es tangente al eje de las r. En todo caso la interpretación económica de esta tasa brilla por su ausencia. Existen también diversas prácticas incorrectas, como elegir sistemáticamente la TIR menor, o tomar como TIR la media aritmética de todas las raíces de VAN(r) entre otros disparates.

6.2.2. Interpretar el VAN de forma errónea

De forma paralela al caso anterior de la TIR, se presentan a continuación varias afirmaciones erróneas como muestra de las dificultades que todavía subsisten para la interpretación del VAN.

a) *Los comportamientos anómalos de la función VAN dependen exclusivamente de cómo sean los flujos del proyecto*

La monotonía de la función VAN también depende del momento de ejecución (M), una variable que es habitual no tener en consideración. Supóngase, a modo de ejemplo, los dos proyectos A y B cuyos flujos se especifican a continuación:

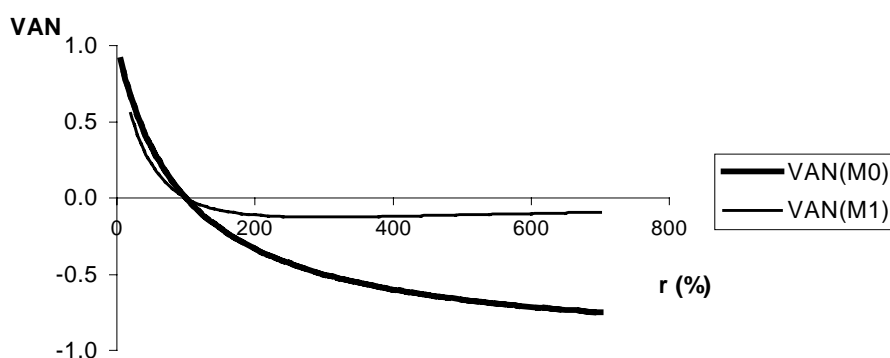
TABLA 6.6

	0	1
A	-1	2
B	-10	4

El proyecto A da lugar a una función VAN monótona decreciente si se ejecuta en el $M = 0$, pero pierde la monotonía si se ejecuta en $M = 1$, como puede apreciarse en el Gráfico 6.2.

GRÁFICO 6.2

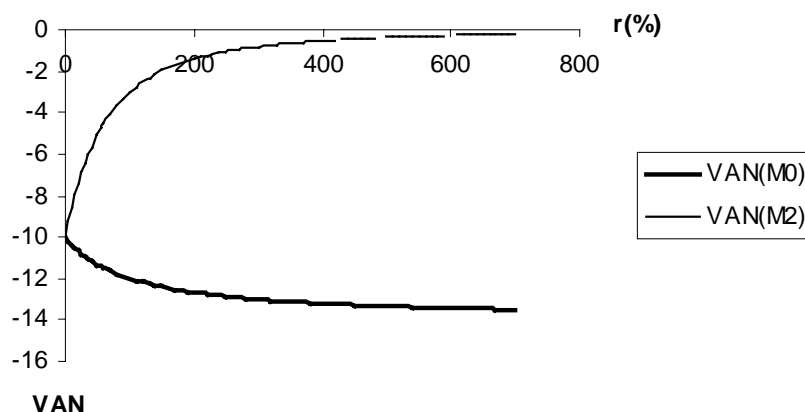
VAN DEL PROYECTO A DEFINIDO EN LA TABLA 6.6, EJECUTADO EN LOS MOMENTOS 0 Y 1



Por su parte, el proyecto B es una inversión si se ejecuta en $M = 0$, pero se comporta como un crédito para cualquier valor de la tasa de descuento si se ejecuta en $M = 2$, es decir, al variar el momento de ejecución cambia la naturaleza del proyecto, como puede apreciarse claramente en el Gráfico 6.3.

GRÁFICO 6.3

VAN DEL PROYECTO B DEFINIDO EN LA TABLA 6.6, EJECUTADO EN LOS MOMENTOS 0 Y 2



b) *Los casos en los que la función VAN puede presentar comportamientos anómalos son aquellos en los que existen múltiples TIR*

Es fácil demostrar que lo que Oehmke (2000) denuncia como una anomalía se presenta con independencia del número de raíces de la función VAN. Para ello obsérvese el contraejemplo

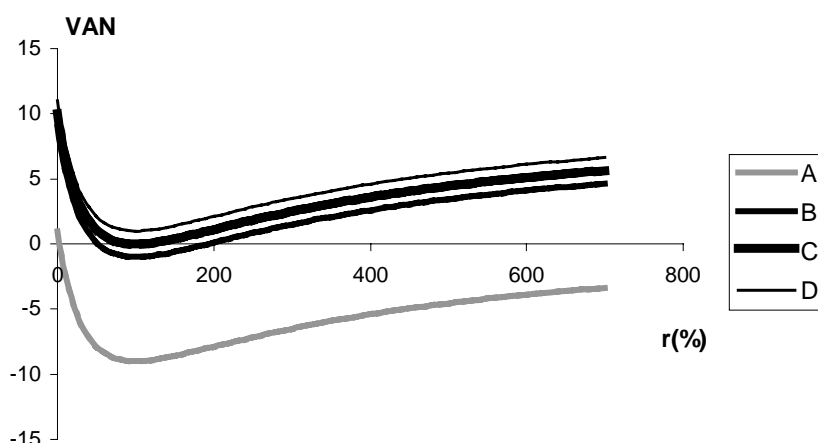
expuesto en la Tabla 6.7. Se trata de 4 proyectos (A, B, C y D) de la misma duración (3 períodos) cuya única diferencia es el flujo en el período inicial:

TABLA 6.7

Proyecto	0	1	2	TIRs
A	1	-40	40	2,6% y 3.797%
B	9	-40	40	51,95% y 192,5%
C	10	-40	40	100% (doble)
D	11	-40	40	no tiene

Los proyectos A y B presentan dos TIR distintas; el C también tiene dos raíces, aunque con el mismo valor, mientras que el D no tiene TIR. Sin embargo, en todos los casos, el VAN resulta una función no monótona, como muestra Gráfico 6.4.

GRÁFICO 6.5



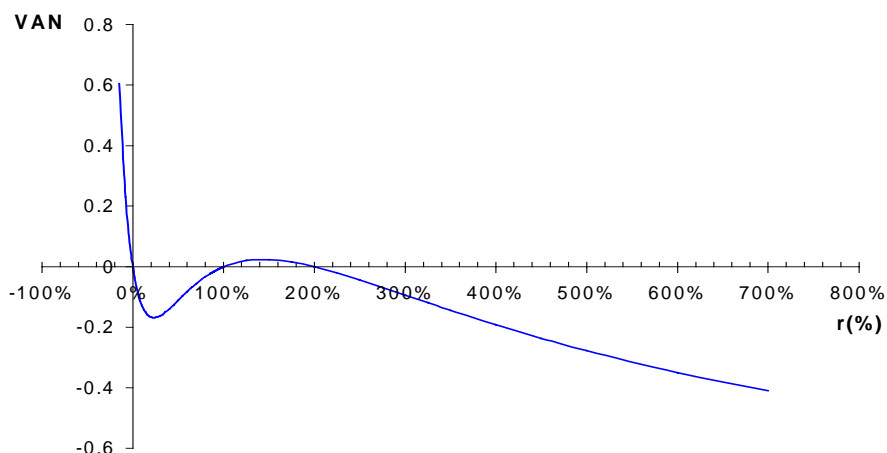
c) *Es preciso sustituir la función VAN por otra que sea monótona*

Si la falta de monotonía de la función VAN es la causa de los numerosos problemas denunciados en la literatura, la solución es simple, se cambia la función VAN por otra que sea monótona –ver por ejemplo Saak and Hennessy (2001)–. Pero lo cierto es que la función VAN está muy arraigada y tiene importantes propiedades económicas que no parece fácil que se mantengan en otra función, por muy monótona que sea, por lo que esta vía de solución no es muy atractiva.

d) *Cuando la función VAN tiene más de una raíz, deben utilizarse criterios que emplean hipótesis más generales*

Es necesario recurrir a otros métodos más generales cuando el incumplimiento de las hipótesis que sustentan el modelo VAN puede afectar a su poder explicativo. Sin embargo, si el problema se reduce a la existencia de múltiples raíces, no es necesario cambiar de modelo, basta con saber emplearlo. Aunque está demostrado que cuando la TIR existe proporciona el mismo resultado cualitativo que el VAN –ver Pasqual, Tarrío y Pérez (2001)–, es importante no dejar de lado la explicación económica que, en este caso, surge con facilidad al analizar con cierto detalle un ejemplo clásico. Sea por ejemplo, el proyecto de Hirshleifer (1958) que aquí se designa por H, de cuatro períodos de duración, cuyos flujos son {-1, 6, -11, 6} respectivamente, que se representa en el Gráfico 6.5.

GRÁFICO 6.5



Dicho proyecto presenta tres TIR, $r_1 = 0\%$, $r_2 = 100\%$ y $r_3 = 200\%$ y la función correspondiente $VAN(r)$ (Gráfico 6.5) tiene pendiente negativa hasta llegar a un mínimo en el punto $\underline{r} = 24\%$, sigue con pendiente positiva hasta alcanzar un máximo en $\underline{r} = 146\%$ y pendiente negativa a partir de \underline{r} . La existencia de tres raíces y la consiguiente falta de monotonía del $VAN(r)$ dificultan la interpretación económica aunque, como se verá a continuación, no la impide.

En una primera aproximación se puede acotar el proyecto H situándolo entre otros dos, H^+ y H^- de forma que ambos tengan una sola raíz, H^+ sea mejor que H y H^- peor que H, como se muestra en la Tabla 6.8:

TABLA 6.8

	0	1	2	3	TIR	$VAN(r = 10\%)$
H	-1	6	-11	6	0%, 100%, 200%	-0,1285
H^+	-0,7	6	-11	6	528,97%	0,1753
H^-	-1,1	6	-11	6	-4,14%	-0,2285

Al modificar H se han obtenido dos proyectos de inversión, ambos con una sola TIR, el H^- que tiene una TIR y un VAN negativos, y el H^+ para el que ocurre lo contrario. Las TIR encontradas son más extremas que las del proyecto original H. En H^+ puede sorprender que el valor de la TIR sea muy alto en comparación con el que arroja el VAN, pero la explicación es muy simple. H^+ equivale a una mezcla de inversiones y créditos por lo que, en promedio, el capital invertido es muy bajo. Por lo tanto, cuando hay más de una raíz no sólo es necesario averiguar qué significa cada una, sino también cuál es la cantidad de capital que, en promedio, se ha invertido o tomado en préstamo. En este caso se trata de hallar los flujos a_0 y a_1 tales que el VAN sea nulo para la TIR de H^+ y coincida con el valor de $VAN(H^+)$ para $r = 10\%$:

$$a_0 + \frac{a_1}{1 + 5,2897} = 0 \tag{6.14}$$

$$a_0 + \frac{a_1}{(1 + 0,1)} = 0,1753 \tag{6.15}$$

La solución del sistema de ecuaciones son los flujos a_0 y a_1 del proyecto de inversión h^+ , que se ha formado mediante la reducción a dos períodos del proyecto H^+ , con un capital inicial de $a_0 = -0,0372$ que proporciona un flujo positivo en el siguiente período por valor de $a_1 = 0,2337$:

TABLA 6.9

	0	1	2	3	TIR	VAN(r =10%)
H ⁺	-0,7	6	-11	6	528,97%	0,1753
h ⁺	-0,0372	0,2337			528,97%	0,1753

La rentabilidad del proyecto H⁺ es pues muy baja en términos absolutos, y muy alta en términos relativos porque el capital invertido, en promedio, es también muy bajo. Conviene destacar que el proyecto h⁺ es distinto del H⁺, ambos tienen la misma rentabilidad absoluta y relativa, pero el h⁺ es mejor, porque consigue el mismo resultado en dos períodos, mientras el proyecto H⁺ tiene una duración de cuatro períodos.

Aplicando la propiedad aditiva del VAN, es posible entender el proyecto H inicial como la suma de otros, lo que permite descomponerlo a efectos de análisis. Es inmediato ver por qué el proyecto de Hirshleifer (1958) parece conflictivo. Basta con truncar H separando los flujos de los períodos 0 y 1 que formarán el proyecto A = {-1, 6} y los flujos de los períodos 2 y 3 que constituirán el B = {-11, 6}. A es una inversión que se ejecuta en el momento 0 (A₀) y que da lugar a una rentabilidad r_A = 500%. El proyecto B es otra inversión que se ejecuta en el momento 2 (B₂), de rentabilidad r_B = -45,45%. De forma que H = A₀ + B₂, tal como se recoge en la siguiente tabla:

TABLA 6.10

	0	1	2	3	TIR
A ₀	-1	6			500%
B ₂			-11	6	- 45,45%
H = A ₀ + B ₂	-1	6	-11	6	0%, 100%, 200%

Expresado de esta forma, la interpretación del proyecto H es simple. El problema es que para llevar a cabo la buena (y pequeña) inversión A en el momento 0, es necesario ejecutar también la mala (y grande) inversión B en el momento 2. El que H sea o no interesante depende del coste del capital; cuanto más baja sea r, más rentable será la inversión A₀. Otro tanto ocurriría con B si se ejecutara en el momento 0, pero como se ejecuta en el momento 2 la función VAN de B₂ es:

$$VAN(B_2; r) = \frac{-11}{(1+r)^2} + \frac{6}{(1+r)^3} \quad [6.16]$$

Y para que su pendiente sea positiva, basta con que r también lo sea, comportándose como un crédito a pesar de que el mismo proyecto ejecutado en el período 0 (B₀) es una inversión. Ello pone de manifiesto que el momento de ejecución de un proyecto es una variable no negligible. Como al aumentar el coste del capital (r) el VAN de A₀ disminuye mientras que el de B₂ aumenta, se produce un conflicto. De modo que la bondad del resultado de la agregación de A₀ + B₂ = H, depende del peso relativo de uno y otro, lo que, a su vez, depende de la tasa r. Por este motivo es natural que la interpretación del proyecto H esté en función de la tasa r.

Para comprender por qué H tiene tres raíces y cuál es su significado económico, se descompondrá H en tres subproyectos. Sea el proyecto de inversión H1 = {-1, 2}, el crédito H2 = {4, -8} y la inversión H3 = {-3, 6}, todos ellos con una misma TIR (r* = 100%). El proyecto H se forma con el proyecto H1 ejecutado en el momento 0, (H1₀), más el H2 ejecutado en el momento 1, (H2₁), y el H3 ejecutado en el momento 2, (H3₂), como se muestra en la Tabla 6.11:



TABLA 6.11

	0	1	2	3	TIR	Operación
H ₁ ₀	-1	2			100%	inversión
H ₂ ₁		4	-8		100%	crédito
H ₃ ₂			-3	6	100%	inversión
H= H ₁ ₀ + H ₂ ₁ + H ₃ ₂	-1	6	-11	6	0%, 100%, 200%	?

El VAN de H se puede expresar como:

$$VAN(H;r) = VAN(H1;r) + \frac{VAN(H2;r)}{(1+r)^1} + \frac{VAN(H3;r)}{(1+r)^2} \quad [6.17]$$

Expresión que, teniendo en cuenta la relación existente entre H1, H2 y H3, es equivalente a la siguiente:

$$VAN(H;r) = \frac{VAN(H1;r)r(r-2)}{(1+r)^2} \quad [6.18]$$

La raíz $r_1 = 0\%$ surge trivialmente, porque los flujos del proyecto H suman cero. La raíz $r_2 = 100\%$ es inevitable, ya que es común a H1, H2 y H3. La tercera raíz, $r_3 = 200\%$ es el resultado de retrasar la ejecución de los proyectos H2 y H3.

Por otra parte, es sabido que si se mejora una inversión (crédito) la TIR aumenta (disminuye) reflejando una mayor rentabilidad (menor coste). Si mejoramos el proyecto H aumentando el valor del flujo en el período 3 en una centésima, obtenemos el proyecto mejorado $H^+ = \{-1, 6, -11, 6,01\}$, que también tiene tres raíces, $r_1^+ = 0,5\%$, $r_2^+ = 99\%$ y $r_3^+ = 200,5\%$. Como consecuencia de la mejora del proyecto H, las TIRs r_1 y r_3 aumentan, en tanto que r_2 disminuye, lo que indica que H es un proyecto que se comporta en la práctica como si fuera el resultado de agregar proyectos antagónicos.

Si en lugar de mejorar H se empeora, por ejemplo disminuyendo en una centésima el flujo que se produce en el período 3, resulta el proyecto $H^- = \{-1, 6, -11, 5,99\}$ que tiene asimismo tres raíces⁶, $r_1^- = -0,5\%$, $r_2^- = 101\%$ y $r_3^- = 199,5\%$, y el resultado es una disminución de r_1 y r_3 junto con un aumento de r_2 . Todo ello se encuentra resumido en la Tabla 6.12:

TABLA 6.12

	0	1	2	3	r ₁	r ₂	r ₃
H	-1	6	-11	6	0%	100%	200%
H ⁺	-1	6	-11	6,01	0,5%	99%	200,5%
H ⁻	-1	6	-11	5,99	-0,5%	101%	199,5%
Como consecuencia de mejorar H, la TIR					aumenta	disminuye	aumenta
Como consecuencia de empeorar H, la TIR					disminuye	aumenta	disminuye
La pendiente $\partial VAN(r)/\partial r$ en este punto es					negativa	positiva	negativa
En este caso, la TIR mide					rentabilidad	coste	rentabilidad
Por lo tanto, en este punto, H actúa como					inversión	crédito	inversión

⁶ Como r_1^- es negativa y las otras dos son positivas existe la tentación de negarle sentido económico a r_1^- . Sin embargo, si la TIR r_1 del proyecto H tiene sentido, la r_1^- del H^- , que surge como consecuencia de una pequeña modificación de H debería tenerlo también.

Una vez conocidas las propiedades básicas del VAN y las características propias del proyecto H, el análisis económico es inmediato. Sabemos que toda inversión (crédito) es tanto mejor (peor) cuanto menor sea el coste de capital, lo que se refleja en el signo negativo (positivo) de la pendiente de la función VAN. Además, se sabe que la TIR correspondiente mide la tasa de rentabilidad (de coste) por período.

Por otra parte, se ha visto que el proyecto H es equivalente a un conjunto de proyectos, de los cuales unos disminuyen de valor a medida que aumenta la tasa de descuento (las inversiones) mientras la deseabilidad de otros aumenta al aumentar el coste de capital r (los créditos). El resultado —el proyecto original H— será como una inversión o un crédito según el peso de cada subproyecto, lo que depende a su vez de la tasa r . En consecuencia, H deberá analizarse como una inversión o un crédito cuando en un intervalo determinado, H se comporte de una u otra manera, es decir, según que la pendiente del VAN sea negativa o positiva.

Para analizar la deseabilidad del proyecto H es necesario considerar intervalos diferentes en función de las raíces de H. Considérese el intervalo cerrado formado por una tasa r_0 arbitrariamente pequeña (que puede suponerse mayor que -100%) y la TIR r_1 , la TIR que se encuentra en este intervalo es $r_1 = 0$. En este punto la pendiente de $VAN(r)$ es negativa, H se comporta por tanto como una inversión y H es rentable en el intervalo siempre que la tasa de descuento pertenezca al mismo intervalo $[r_0, r_1]$, o sea si $r \leq 0$, lo que se cumple por hipótesis.

El segundo intervalo es $[r_1, r_2]$ y el VAN es negativo en todo el intervalo. Si se toma la primera TIR (r_1), H se comporta como una inversión no rentable porque $r_1 < r$. Si se toma la segunda TIR (r_2), como la pendiente de $VAN(r)$ en r_2 es positiva, H se comporta como un crédito y tampoco es interesante ya que la tasa de descuento es menor que r_2 .

En el intervalo $[r_2, r_3]$ el VAN es siempre no negativo. Tomando la TIR r_2 , H aparece como un crédito deseable ya que la tasa de descuento $r > r_2$; si se considera la TIR r_3 entonces H juega el papel de una buena inversión ya que la pendiente de $VAN(r)$ en este punto vuelve a ser negativa y $r < r_3$.

Por último, en el intervalo $[r_3, r_4]$ el VAN es siempre negativo. La TIR del intervalo es r_3 , y H se comporta como una inversión no rentable, ya que la tasa de descuento es superior ($r > r_3$).

Como ya se había observado, las condiciones de aceptación para las TIRs coinciden con la regla $VAN \geq 0$, como se resume en la Tabla 6.13

TABLA 6.13

Tramo	VAN	Aceptación	$\frac{\partial VAN}{\partial r}$	En	Naturaleza	TIR	Aceptación
$r_0 \leq r \leq r_1$	≥ 0	sí	< 0	r_1	inversión	$r_1 \geq r$	sí
$r_1 < r < r_2$	< 0	no	< 0	$r_1 + \varepsilon$	inversión	$r_1 < r$	no
			> 0	$r_2 - \varepsilon$	crédito	$r_2 > r$	no
$r_2 \leq r \leq r_3$	≥ 0	sí	> 0	r_2	crédito	$r_2 \leq r$	sí
			< 0	r_3	inversión	$r_3 \geq r$	sí
$r_3 < r < r_4$	< 0	no	< 0	$r_3 + \varepsilon$	inversión	$r_3 < r$	no

Como en este caso sólo hay un cambio de pendiente entre dos raíces, la explicación económica es inmediata y simple. En lugar del procedimiento habitual para delimitar los tramos, se toma un primer tramo que empieza en una tasa de descuento arbitrariamente pequeña (r_0) y se cierra con el primer punto singular de $VAN(r)$, un mínimo en este caso, y que se produce en el punto $\underline{r} = 24\%$ aproximadamente. En este intervalo (r_0, \underline{r}) existe la raíz $r_1 = 0\%$ y ocurre que $\partial VAN(r) / \partial r < 0$, por lo que H



se comporta como una inversión. Si la tasa de descuento r se halla en este tramo, H será rentable siempre y cuando $r_1 \geq r$.

El segundo tramo comprende el mínimo $\underline{r} = 24\%$ y el siguiente punto singular, el máximo $\bar{r} = 146\%$ aproximadamente. En este intervalo (\underline{r}, \bar{r}) existe la raíz $r_2 = 100\%$ y H se comporta como un crédito ya que $\partial \text{VAN}(r) / \partial r > 0$, por lo tanto H será deseable si $r_2 \leq r$.

El tercer y último tramo empieza en el punto singular $\bar{r} = 146\%$ y se cierra en el punto r_4 , una tasa arbitrariamente grande. En este intervalo (\bar{r}, r_4) H vuelve a comportarse como inversión ya que $\partial \text{VAN}(r) / \partial r < 0$, la raíz es $r_3 = 200\%$ y H será rentable si $r_3 \geq r$.

Estas tres condiciones para que H sea un proyecto recomendable se resumen en dos, o bien $r \leq 0$ o bien $100\% \leq r \leq 200\%$, que equivalen a exigir $\text{VAN}(H) \geq 0$ como ya se sabía. En resumen, un proyecto puede comportarse como una inversión o como un crédito en función de la tasa de descuento y del momento de ejecución. Teniendo en cuenta esta propiedad, la presencia de raíces múltiples o la simple falta de monotonía no supone anomalía alguna, sino que tiene una explicación simple y, contra lo que se pensaba, si se aplica correctamente el criterio de la TIR, se obtiene la misma recomendación que con el criterio del VAN.

6.2.3. Prescindir de la cláusula *ceteris paribus* en la aplicación de criterios de decisión

La comparación de dos proyectos mediante la aplicación de los criterios VAN y TIR se apoya en la cláusula *ceteris paribus* por lo que, en la medida que esta restricción se incumpla, es de esperar que surjan dificultades. Se supone, además, que el mercado de capitales es perfecto, lo que significa, por una parte, que el precio del capital es siempre el mismo, con independencia de la cantidad de capital empleado, del agente que lo utiliza, de si dicho agente actúa como oferente o como demandante, del tipo de proyecto que se pretende llevar a cabo y de la duración de éste. Por otra parte, el supuesto de mercado perfecto implica que al precio de mercado se puede disponer de cualquier cantidad de capital por grande que sea, lo que es contradictorio con la necesidad de tener en consideración eventuales restricciones financieras. En la realidad, las condiciones que se encuentran distan de responder a un modelo ideal, por lo que en muchos casos es necesario llevar a cabo algunas adaptaciones para aplicar los criterios VAN y TIR, bajo pena de tomar decisiones erróneas.

La cláusula *ceteris paribus* afecta, en particular, a la cantidad de capital involucrada. Cuando se trata de comparar dos proyectos que precisan cantidades distintas de capital, la regla empírica "elegir el proyecto de mayor TIR", no es correcta. Para ilustrarlo considérese el siguiente ejemplo. Sean A y B dos proyectos de inversión mutuamente excluyentes cuyos flujos se recogen en la siguiente tabla:

TABLA 6.14

	0	1	TIR	VAN($r = 10\%$)
A	-1	2	100%	0.82
B	-100	120	20%	9.09

Supongamos que ambos proyectos son rentables, es decir que la tasa de descuento no es mayor del 20% ($r = 10\%$, por ejemplo). Entonces hay dos posibles afirmaciones erróneas:

- Es preferible el proyecto A porque presenta una TIR mucho mayor que el B.
- Existe un conflicto entre los criterios TIR y VAN porque, si bien a partir de la TIR es mejor A que B, es evidente que el VAN de B es más alto y por lo tanto es preferible al A.

Los proyectos A y B del ejemplo ilustran una alternativa clásica: o bien invertir poco con una alta rentabilidad relativa, o bien invertir mucho con una rentabilidad moderada. Elegir el proyecto

con mayor TIR sería coherente con la maximización de la rentabilidad relativa, es decir, se correspondería con un programa que ya se ha visto que no es correcto. Cuando la aplicación de una regla de decisión conduce a paradojas, conviene revisar tanto la regla en cuestión como las definiciones que la sustentan. En el presente caso, está claro que es necesario disponer de una regla más general que, en particular, sea aplicable cuando las cantidades de capital de dos proyectos no son necesariamente iguales. Para averiguar si es mejor el proyecto A o el B, se forma el proyecto diferencia (B-A) y se estudia su deseabilidad. De esta forma el cálculo facilita la ganancia por ejecutar B en lugar de A:

TABLA 6.15

	0	1	TIR	VAN(r = 10%)
A	-1	2	100%	0,82
B	-100	120	20%	9,09
B - A	-99	118	19,2%	8,27

Aplicando las reglas de decisión para un proyecto al proyecto diferencia (B - A), resulta que se aprobaría tanto con el VAN como con la TIR:

- a) Como $VAN(B-A) > 0$, por la propiedad aditiva del VAN puede escribirse $[VAN(B) - VAN(A)] > 0$, o sea $VAN(B) > VAN(A)$ y por lo tanto, B es preferible a A.
- b) Por otra parte, el proyecto (B - A) es una inversión y $TIR(B-A) = 19,2\% > r_0 = 10\%$. Como la TIR de la inversión (B - A) es mayor que la tasa de descuento, B es mejor que A.

En resumen, dados dos proyectos cualesquiera A y B, A es preferible a B según el criterio del VAN si y sólo si $VAN(A) > VAN(B)$, que es lo mismo que exigir $VAN(A - B) > 0$; es decir:

$$A > B \Leftrightarrow VAN(A) > VAN(B) \Leftrightarrow VAN(A - B) > 0 \quad [6.19]$$

Para comparar dos proyectos, A y B siguiendo el criterio de la TIR, es necesario recurrir a la formación del proyecto diferencia (A - B), determinar sus TIRs correspondientes y aplicar la misma regla de decisión que en el caso de un proyecto.

Otro caso en el que la cláusula *ceteris paribus* es especialmente relevante es aquél en el que no todos los flujos del proyecto están expresados en unidades monetarias. En el caso más típico, los flujos estarán expresados en unidades monetarias o en unidades convertibles en dinero, de modo que siempre se puede recurrir al coste de oportunidad del capital para emplearlo como una aproximación a la tasa de descuento adecuada. Cuando se trata de un proyecto que involucra bienes que no son convertibles en dinero sin forzar el método más allá de lo razonable, no es posible determinar si el proyecto es rentable sin una estimación previa de la tasa relevante en el caso que se está examinando. No hace falta añadir que este tipo de problemas se presenta con frecuencia, y no sólo en proyectos públicos. Por fortuna, en muchos casos bastará con averiguar si la tasa apropiada es mayor o menor que el valor crítico del proyecto, la TIR. A continuación se presentan distintos ejemplos en los que se ilustra el problema.

Ejemplo 1

Considérense tres proyectos, O, P y Q, cuyos flujos están disponibles únicamente en unidades físicas, tal y como se resume en laTabla 6.16:

TABLA 6.16

	0	1	TIR
O	-7 (♦)	7 (♦)	0,0 %
P	-10 (♣)	11 (♣)	10,0 %
Q	-10 (♠)	200 (♠)	1.900,0%



Los flujos de los tres proyectos se expresan en unidades físicas diferentes en cada caso. Aunque no se ha llevado a cabo la valoración, no se dispone de un precio relativo que permita comparar los proyectos. Sin embargo se puede calcular la TIR, y deducirse que Q es preferido a P, y a su vez P es preferido a O. El proyecto O no es rentable si, como es habitual, disponer de una unidad de algo hoy (en particular de \diamond), es preferible a una mañana. El P y el Q son rentables si las tasas de preferencia temporal de los bienes medidos en \clubsuit y \spadesuit son inferiores al 10% y al 1.900% respectivamente. Como O no es rentable y los otros sí, P y Q son preferibles al O. Pero, aunque la TIR del proyecto Q sea superior a la de P, nada puede decirse acerca de la deseabilidad relativa de Q respecto a P. Al estar expresados en unidades distintas, P y Q no son directamente comparables, y se necesitaría disponer de una relación de equivalencia entre \clubsuit y \spadesuit para poder determinar cuál de los dos es mejor (se necesitaría un precio relativo, en definitiva; $\clubsuit = 7 \spadesuit$, por ejemplo).

Ejemplo 2

Considérense ahora dos proyectos clásicos, el K y el J, cuyos flujos se expresan también en unidades físicas tal y como recoge la Tabla 6.17:

TABLA 6.17

	0	1	...	T
K	-1 (\blacktriangledown)	3 (\blacktriangle)	...	3 (\blacktriangle)
J	-3 (\blacktriangledown)	12 (\blacktriangle)	...	12 (\blacktriangle)

Los costes (\blacktriangledown) y los beneficios (\blacktriangle) están expresados en unidades distintas. Teniendo en cuenta que la conveniencia de K es indiscutible (K es rentable por hipótesis), se plantea la cuestión de cuál de los dos proyectos es preferible. Al no disponerse de precios relativos que permitan relacionar económicamente los costes con los beneficios, podría concluirse que el problema está indeterminado.

Sin embargo, se puede deducir que el J es un proyecto mejor que el K, porque los costes de J son tres veces mayores que los de K, mientras los beneficios por período son cuatro veces mayores. Para despejar cualquier duda, se compara el proyecto J con el proyecto 3K, igualando así la inversión necesaria en ambos casos ($-3\blacktriangledown$), tal y como se muestra en la Tabla 6.18.

TABLA 6.18

	0	1	...	T
3 K	-3 (\blacktriangledown)	9 (\blacktriangle)	...	9 (\blacktriangle)
J	-3 (\blacktriangledown)	12 (\blacktriangle)	...	12 (\blacktriangle)
J - 3K	0 (\blacktriangledown)	3 (\blacktriangle)	...	3 (\blacktriangle)

El proyecto J es preferible al 3K porque el proyecto diferencia (J - 3K) es un regalo, esto es, al ejecutar el proyecto J en lugar del 3K se consiguen unos flujos que siempre son positivos, una ganancia de $3\blacktriangle$ por período entre 1 y T. Dado que K es rentable por hipótesis, es mejor ejecutar tres proyectos idénticos a K que uno sólo. Por lo tanto, J es mejor que K y rentable; dicho de otro modo, el proyecto de inversión (J - K):

TABLA 6.19

	0	1	...	T
J - K	-2 (\blacktriangledown)	9 (\blacktriangle)	...	9 (\blacktriangle)

es rentable, lo que significa que su VAN es positivo ($VAN(J - K) > 0$) y, por lo tanto, que el VAN de J es superior al de K ($VAN(J) > VAN(K)$). Aunque no es posible calcular ni el VAN(J) ni el VAN(K) por falta de datos, sí puede concluirse que claramente J es mejor que K.

En lugar de replicar el proyecto K de forma que se iguale la inversión con el proyecto J, se puede igualar el beneficio de J y K y comparar los costes. Para ello debe multiplicarse el proyecto K por 4, como se recoge en la Tabla 6.10:

TABLA 6.20

	0	1	...	T
4K	-4 (▼)	12 (▲)	...	12 (▲)
J	-3 (▼)	12 (▲)	...	12 (▲)
J - 4K	1 (▼)	0 (▲)	...	0 (▲)

El resultado, como no podía ser de otro modo, es el mismo. El proyecto J es preferible al 4K, porque el proyecto (J - 4K) es un regalo. En concreto, al ejecutar el J en lugar de invertir simultáneamente en cuatro proyectos idénticos al K, se consigue un ahorro neto de 1 ▼ en el período 0. Como K es rentable, 4K es mejor que K y, en consecuencia, J es preferible a K y también es rentable. Nótese que el proyecto J es mejor que 3K con independencia de que K sea rentable o no. Pero si K no fuera rentable, no se sabría si J lo es, ni si J es mejor o no que K, aunque se seguiría cumpliendo que J es mejor que 3K.

6.2.4. *Prescindir de la duración de los proyectos*

La búsqueda del criterio idóneo para determinar la rentabilidad de una inversión, no debe impedir percibir que existen otros factores que también deben tenerse en consideración. Uno de los factores más maltratados en la literatura y en la práctica es la duración de los proyectos. Con el objeto de mostrar su importancia obsérvense los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1

Considérense los proyectos A, B, C y D siguientes:

TABLA 6.21

	0	1	2	TIR	VAN ($r = 10\%$)
A	-1	2		100%	0,82
B	-1	2	0	100%	0,82
C		-1	2	100%	0,74
D	0	-1	2	100%	0,74

Tanto si se calcula el VAN como la TIR, los proyectos A y B presentan la misma rentabilidad, por lo que podría deducirse que es indiferente ejecutar uno u otro. Otro tanto ocurre si se comparan C y D. De hecho, cualquier procedimiento de evaluación que no incorpore la duración, señalará la equivalencia entre A y B por un lado, y entre C y D por otro. Sin embargo, el proyecto A es superior al B porque su duración es menor, del mismo modo que C es superior a D. Con este simple ejemplo se pone de manifiesto que no basta con una medida de rentabilidad, sino que es necesario tener en cuenta la duración.

Ejemplo 2

La comparación de dos proyectos de duración distinta se presta a recomendaciones de todo tipo. Considérese el siguiente caso con dos proyectos A y B de distinta duración, cuyos flujos se recogen en la Tabla 6.22:



TABLA 6.22

	0	1	2	3	4	5	6	7	TIR	VAN (r=10%)
A	-1	1	1	2					100 %	2,24
B	-1	1	1	1	1	1	1	2	100 %	4,38

La TIR de B es superior a la de A ($r_A^* < r_B^*$). En cuanto al VAN, ocurre que con una tasa de $r_0 = 10\%$, $VAN(A) = 2,24$ y $VAN(B) = 4,38$. El B presenta un VAN mayor, pero a costa de afrontar un tiempo de maduración más dilatado. Ante problemas de este tipo siempre se puede recurrir a una solución drástica, como la propuesta por Sapag (1993):

"Cuando se comparan proyectos con distinta vidas útiles, un buen procedimiento es evaluar todos al plazo de término del que tiene mayor vida útil. El valor de desecho de los de mayor duración reflejará los beneficios que podrían esperarse de su mayor vida útil." (p. 97.)

En muchos manuales (ver por ejemplo Brealey y Myers, 1985) se recomienda igualar el ámbito temporal de ambos proyectos al mínimo común múltiplo de las duraciones. Este procedimiento tiene varios inconvenientes. En primer lugar es preciso que los proyectos en cuestión se puedan replicar tantas veces como sea necesario para llenar el espacio temporal definido por el mínimo común múltiplo de las duraciones, lo que no siempre será posible. Por otra parte, las preferencias del promotor respecto al ámbito temporal no juegan papel alguno, porque el ámbito queda determinado automáticamente. En cualquier caso, no se está resolviendo el problema original sino otro distinto. En efecto, a la pregunta del promotor de si es mejor ejecutar el proyecto A o el B, se examina si es preferible una cadena de varios proyectos del tipo A o del tipo B.

Una variante elegante de este tipo de soluciones consiste en calcular el VAN de cada proyecto y, teniendo en cuenta la duración, la anualidad equivalente. De esta forma la decisión es simple, se elige el proyecto con una mayor anualidad equivalente. De nuevo la respuesta no concuerda con la cuestión planteada, porque la aplicación de este método sería adecuada para cadenas ilimitadas de proyectos, no para proyectos individuales.

Ejemplo 3

Considérense dos proyectos de inversión, el A y el D, cuya duración (d) es 2 y 5 períodos respectivamente. La tasa de descuento es del 10%, resultando $VAN(A) = 900$ y $VAN(D) = 300$, por lo que ambos son rentables. Por cuestiones de orden técnico no pueden llevarse a cabo simultáneamente, sino que en primer lugar debe ejecutarse el D, y el A no puede empezarse hasta que ha finalizado D.

Lo ideal sería ejecutar los dos proyectos simultáneamente, lo cual no es posible. En todo caso puede parecer evidente que es preferible ejecutar primero el D y después el A (o sea seguir la secuencia DA) que llevar a cabo únicamente el A.

Sin embargo, es necesario considerar que, cuando se aplaza la ejecución de un proyecto cualquiera X durante S períodos se incurre en un coste de oportunidad o coste de demora (cd) por valor de:

$$cd = \frac{VAN(X)}{(1+r)^S} - VAN(X) = -VAN(X) \left[1 - (1+r)^{-S} \right] \quad [6.20]$$

Nada impide que este coste supere el valor actual del beneficio que se obtiene por ejecutar el proyecto que causa la demora. Con los datos del ejemplo, ocurre que para ejecutar el proyecto A es necesario ejecutar primero el D, lo que comporta retrasar el A durante 5 períodos y, al cabo de 7 períodos se obtiene un valor actual de:

$$VAN(DA) = VAN(D) + \frac{VAN(A)}{(1+r)^5} = 858,8 \quad [6.21]$$

Si se ejecuta sólo el A se consigue $VAN(A) = 900$ en dos períodos. Como con el proyecto A se consigue un mayor beneficio y en menos tiempo está claro que, contra lo que suponía, A es preferible a DA.

Ejemplo 4

Considérense dos o más proyectos que sólo pueden ejecutarse uno detrás de otro. Para determinar cuál es su ordenación óptima, se podría recurrir a ordenarlos de mayor a menor VAN, o bien de mayor a menor TIR, o bien de menor a mayor duración. Lógicamente, estos tres criterios no tienen por qué ser equivalentes, y es más, no todos son correctos. El mejor orden en una cola de proyectos coincide con la ordenación de mayor a menor VAN cuando todos los proyectos tienen la misma duración. Asimismo, si todos los proyectos tienen el mismo VAN, el mejor orden es de menor a mayor duración. La TIR no juega ningún papel en este problema.

Cuando los proyectos presentan duraciones y valores de VAN distintos, entonces la regla de ordenación óptima de una cola de proyectos es de mayor a menor valor de reserva (VR) –ver Pasqual (1998)–, siendo el VR de un proyecto X cualquiera $VR(X)$,

$$VR(X) = VAN(X) \left[1 - (1+r)^{-x} \right] \quad [6.22]$$

Donde x es la duración del proyecto X.

6.2.5. *Confundir la evaluación con la selección de proyectos*

Medir la deseabilidad de un proyecto, o elegir el mejor de entre dos proyectos mutuamente excluyentes, son problemas que están estrechamente relacionados con la selección de N proyectos de entre un conjunto más amplio de candidatos. Sin embargo la selección de proyectos es un problema distinto con características propias. Se trata de un problema resuelto –ver Cantor y Lippman (1995) y Herreolen, Van der Dommelen y Demeulemeester (1995)– aunque en la práctica, se aplican pseudosoluciones de todo tipo. Algunas de las más populares son seleccionar los proyectos teniendo en cuenta el mayor VAN, la mayor TIR y/o la menor duración, cuando la solución correcta, aunque tiene en cuenta estos elementos, es distinta. Es preciso tener en consideración que en la práctica, la existencia de algunas restricciones, como las financieras, por ejemplo, lejos de ser una excepción constituyen el caso general. Por este motivo, las reglas que son válidas para un proyecto aislado o para elegir el más adecuado entre dos proyectos, como rechazar un proyecto si su VAN es negativo, no necesariamente serán válidas en un problema de selección de un conjunto de proyectos.

Ejemplo

En el momento inicial (el 0) se dispone de 100 unidades monetarias para invertir y se trata de hallar el mejor empleo de estos recursos, sabiendo que existen los tres proyectos candidatos A, B y C siguientes:

TABLA 6.23

	0	1	2	TIR	VAN(r =10%)
A	-200	500		150%	257,54
B	-100	200	-105	no existe	- 4,96
C	-100	0	225	50%	85,95

El problema no puede ser más sencillo, se descarta A porque la inversión que se requiere (200) supera los recursos disponibles (100) y ejecutar B no tiene sentido ya que su VAN es negativo. Por ello se concluye que debe ejecutarse C, obteniéndose de esta forma un VAN positivo por valor de 85,95 u.m.

Sin embargo, existe una alternativa mejor a la realización del proyecto C, como es ejecutar los proyectos A y B conjuntamente. La restricción financiera inicial para llevar a cabo A se pue-



de relajar aprovechando que el proyecto B se comporta como un crédito. B no es rentable, lo que significa que se estaría consiguiendo un crédito por encima del precio de mercado, pero en ocasiones es preferible un crédito caro que ninguno. Se propone, pues, ejecutar B en el momento 0 lo que permite llevar a cabo el proyecto A en el momento 1 (A_1), de forma que:

TABLA 6.24

	0	1	2	TIR	VAN (r = 10%)
B	-100	200	-105	no existe	-4,96
A_1		-200	500	150%	231,40
$B + A_1$	-100	0	395	98,75%	226,44

Como puede comprobarse, la rentabilidad de $B+A_1$ es bastante más elevada que la del proyecto C que inicialmente se había elegido, ya que:

$$VAN(B + A_1) = 226,44 > VAN(C) = 85,95 \quad [6.23]$$

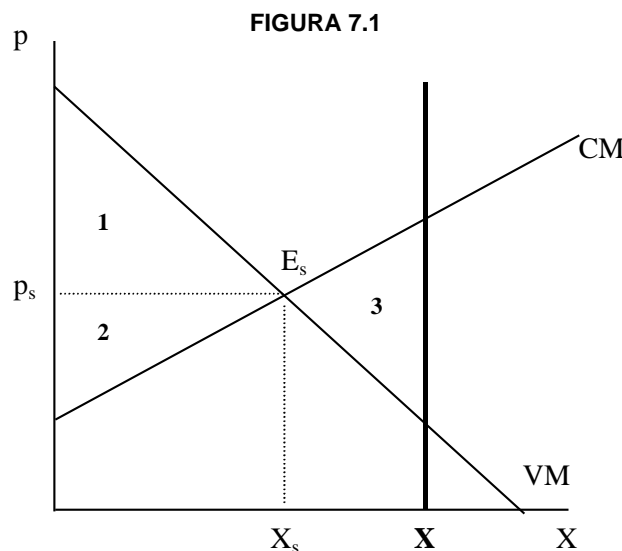
7. LA EFICIENCIA ASIGNATIVA

Una de las falacias más extendidas en evaluación de proyectos es la de apelar a la eficiencia de forma sistemática para justificar las decisiones. En principio, no hay nada que objetar a las decisiones que se toman teniendo en consideración la eficiencia; sin embargo, este recurso no siempre es válido, como se pondrá de manifiesto a través de varios ejemplos.

7.1. Ineficiencia en el suministro público de un bien

Por diferentes motivos, el sector público puede asumir la producción de un determinado bien, como puede ser un bien público, pongamos un parque. Que dicho proyecto resulte socialmente rentable no implica necesariamente, sin embargo, que sea el óptimo. Como muestra de ello se presentan los siguientes ejemplos, en los que el suministro del bien resulta ineficiente por exceso y por defecto.

Ineficiencia por exceso. Tal y como se representa en la Figura 7.1 se suministra una cantidad \underline{X} de un bien, con un coste total de C. La cantidad socialmente óptima sería X_s , siendo $\underline{X} > X_s$.



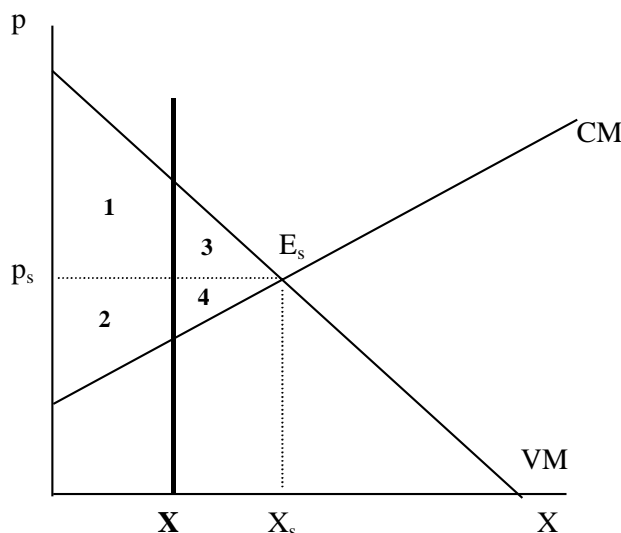
El beneficio bruto del proyecto es el excedente total (ET) del mercado, que está representado por la suma de las áreas 1+2 en la Figura. Los costes son, por una parte los correspondientes al suministro, que se habían denotado como C. Por otra parte, existe un coste adicional como consecuencia de la ineficiencia por exceso (CI), es decir, por el suministro de una cantidad superior a la óptima en $[X - X_s]$. Dicho coste es equivalente al área 3 en la Figura, que indica la diferencia entre el coste de suministrar $[X - X_s]$ y su valoración social. El VAN del proyecto puede ser positivo, lo cual ocurrirá siempre que:

$$ET > C + CI \quad [7.1]$$

Sin embargo, está claro que no será óptimo, puesto que existe un coste por ineficiencia.

Ineficiencia por defecto. El caso simétrico al anterior sería el del suministro público de un bien por debajo de la cantidad óptima. En ese caso, tal y como se representa en la Figura 7.2, se obtiene como beneficio del proyecto el excedente total (ET) que recogen las áreas 1+2. El proyecto será rentable si dicho ET es superior al coste de implementación, sin embargo, al no suministrar la cantidad óptima se incurre en un coste de oportunidad relevante, el del excedente total que podría obtenerse elevando la cantidad de bien suministrada de X a X_s (áreas 3 + 4).

FIGURA 7.2

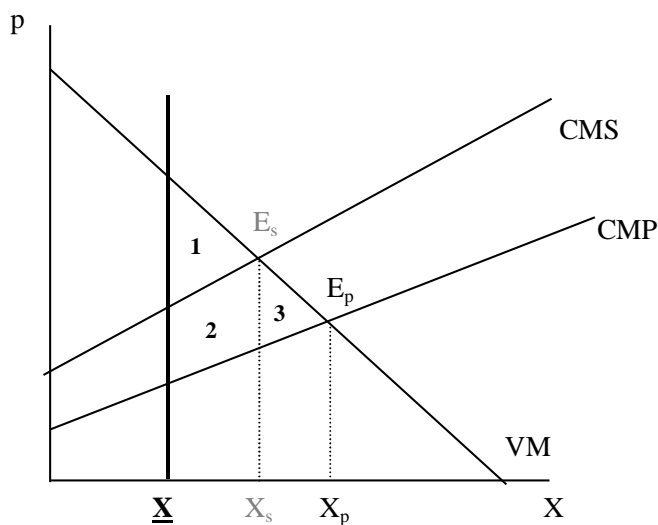


7.2. El coste en eficiencia por mala regulación

Supóngase el mercado del bien X, representado en la Figura 7.3, cuya producción genera una externalidad negativa. Dicho bien podría ser, por ejemplo, el tráfico urbano, que provoca importantes costes externos al vecindario. Como consecuencia, en ausencia de intervención pública la cantidad de equilibrio (X_p) resulta superior a la que sería socialmente óptima (X_s). Conocedor de la situación, el sector público decide limitar la producción del bien a una cantidad X , imponiendo ciertas restricciones al tráfico. Sin embargo, dicha cantidad resulta inferior a la cantidad socialmente deseable (X_s), debido al desconocimiento de ésta.

Como consecuencia de la regulación pública, se obtiene un beneficio igual al coste externo total que deja de existir, es decir, la suma de las áreas 2 y 3 en la Figura 7.3. Dicho beneficio debe compararse con los costes de implementación de dicha política. Pero eso no es todo, ya que, al ser la cantidad X inferior a la cantidad óptima, existe un segundo coste social, representado por el área 1, que recoge la pérdida de excedente total debido al intercambio de una cantidad inferior a la óptima.

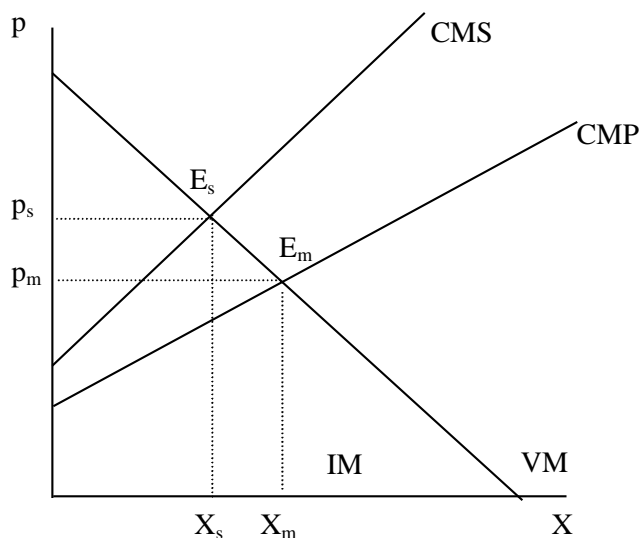
FIGURA 7.3



7.3. La paradoja de la optimalidad

Las decisiones óptimas desde el punto de vista social, no necesariamente reflejan las preferencias de la mayoría de los individuos que la integran. De ahí que, la toma de decisiones por mayoría no garantice el óptimo social. A modo de ejemplo considérese el siguiente caso. Sea el mercado de un bien cualquiera X , consumido por una minoría de población, y cuya producción da lugar a una externalidad negativa que recae sobre la mayoría. Como se muestra en la Figura 7.4, el óptimo social se alcanzaría en el punto E_s si el sector público regula dicho mercado, por ejemplo a través de un impuesto pigouviano.

FIGURA 7.4



Sin embargo, la mayoría de la sociedad preferiría la supresión del mercado del bien X . Desde el punto de vista individual, para cada uno de los ciudadanos no usuarios de X es preferible que dicho bien no se suministre, y por lo tanto no tener que soportar el coste externo. Se trata sin duda de una paradoja: la mayoría de la sociedad estaría en contra del resultado óptimo.

7.4. La ineficiencia en la ubicación de bienes públicos

Buena parte de los bienes que se suministran, como carreteras, embalses y polideportivos, entre otros muchos, tienen una marcada característica de bien colectivo local y, por lo tanto, el problema es más complejo que si se tratara de bienes privados puros. Por una parte, la presencia de bienes colectivos locales provoca la pérdida de la convexidad, lo que modifica el tipo de problema a resolver. En una economía clásica con bienes privados puros, tanto la existencia de una solución como la unicidad de ésta están garantizadas: dada una dotación inicial determinada de recursos existe una única solución. Sin embargo, basta la presencia de un bien con características de colectivo para perturbar las regularidades propias del problema clásico. En particular, se pierde la interesante propiedad de disponer de una solución única.

Por otra parte, mientras en un bien privado basta con hallar la cantidad de producción óptima, en un bien colectivo local, como una piscina, por ejemplo, hay que determinar la cantidad de usuarios óptima para cada unidad del bien —el tamaño del club— la cantidad de unidades y, lo que no puede dejarse de lado, la ubicación concreta del bien en cuestión, que es el problema que se aborda seguidamente.

El problema de la ubicación es complejo y, por regla general, no puede solventarse de forma satisfactoria recurriendo exclusivamente a la eficiencia Paretiana, como se comprueba a través del siguiente ejemplo construido de la forma más simple posible.

Sean A y B dos agrupaciones de consumidores (ciudades, barrios, ...) de tamaño n_A y n_B respectivamente, con $n_A > n_B$. Todos los ciudadanos disponen de la misma dotación de recursos iniciales de tiempo T, con $T > 0$ que se repartirán entre trabajo I y ocio L. Empleando trabajo se puede producir un bien colectivo local indivisible X mediante la función de producción siguiente:

$$X = aI, \quad 0 < a < 1 \quad [7.2]$$

quedando una cantidad disponible del bien ocio L por valor de

$$L = T - I \quad [7.3]$$

La cantidad de trabajo necesaria para producir X se reparte entre los ciudadanos de A y los de B siguiendo una regla predeterminada, siendo el reparto igualitario dentro de cada ciudad .

Los consumidores tienen preferencias idénticas que pueden representarse por las siguientes funciones de utilidad aditivas separables:

$$U^h(L^h, X_S^h) = L^h + U^h(X_S), h = 1, \dots, n_S \quad [7.4]$$

$$U^k(L^k, X_{-S}^k) = L^k + U^k(X_{-S}), k = 1, \dots, n_{-S} \quad [7.5]$$

Por hipótesis, el bien colectivo local sólo se puede suministrar en una ciudad, o bien se suministra en A o en B. Es decir:

$$X_S > 0 \Leftrightarrow X_{-S} = 0, S = A, B; S = A \quad \text{si} \quad -S = B, S = B \quad \text{si} \quad -S = A \quad [7.6]$$

El bienestar agregado en cada ciudad se mide mediante una función de bienestar utilitarista con igual ponderación para todos los ciudadanos:

$$W^S = \sum U^h(L^h, X_S^h) = L^h + U^h(X_S), h = 1, \dots, n_S \quad [7.7]$$

$$W^{-S} = \sum U^k(L^k, X_{-S}^k) = L^k + U^k(X_{-S}), k = 1, \dots, n_{-S} \quad [7.8]$$

Dada la igualdad de los consumidores en cada ciudad, el nivel de utilidad individual coincidirá con el medio:

$$W^S/n_S = U^h(L^h, X_S^h) \quad h = 1, \dots, n_S \quad [7.9]$$

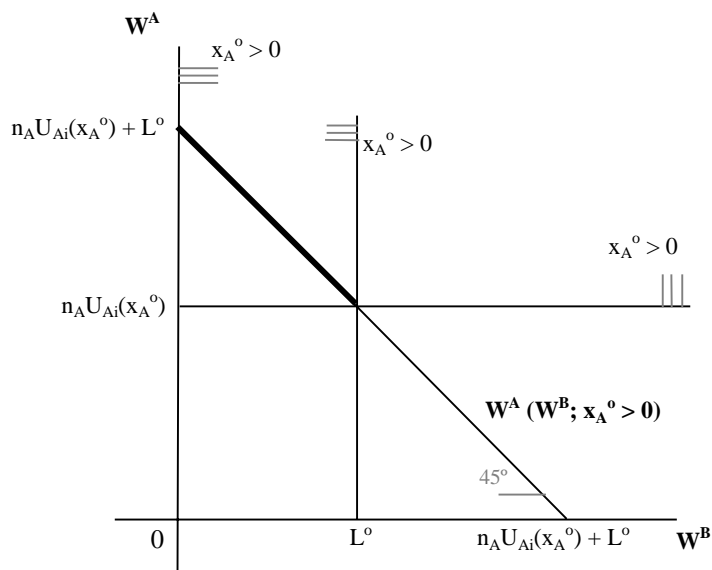
$$W^{-S}/n_{-S} = U^k(L^k, X_S^k) \quad k = 1, \dots, n_{-S} \quad [7.10]$$

La Frontera de Posibilidades de Bienestar, si se asigna X a la ciudad A ($FBS_{S=A}$) es:

$$W^A(X_A^0 > 0; W^B) = n_A U_{Ah}(X_A^0) + L^0 - W^B, \quad \text{con } W^B \in [0, L^0] \quad [7.11]$$

Como se muestra en la figura 7.5.

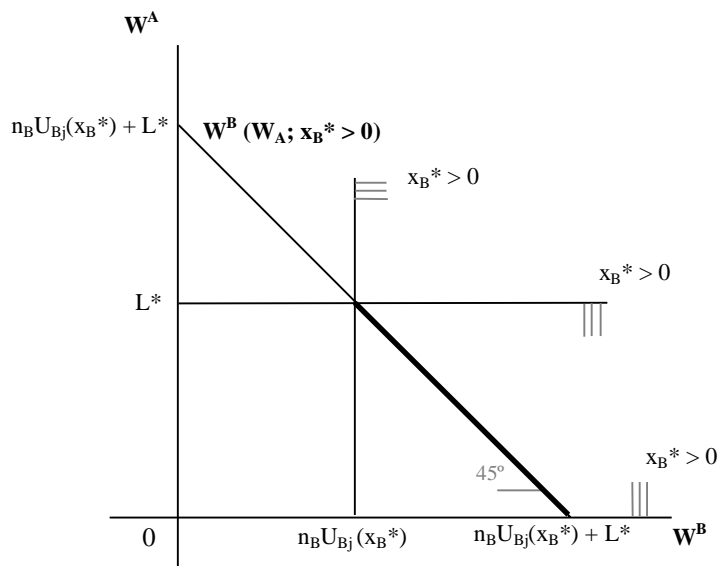
FIGURA 7.5



Alternativamente, se asignará X a B y la $FBS_{S=B}$ sería la función representada en la figura 7.6.

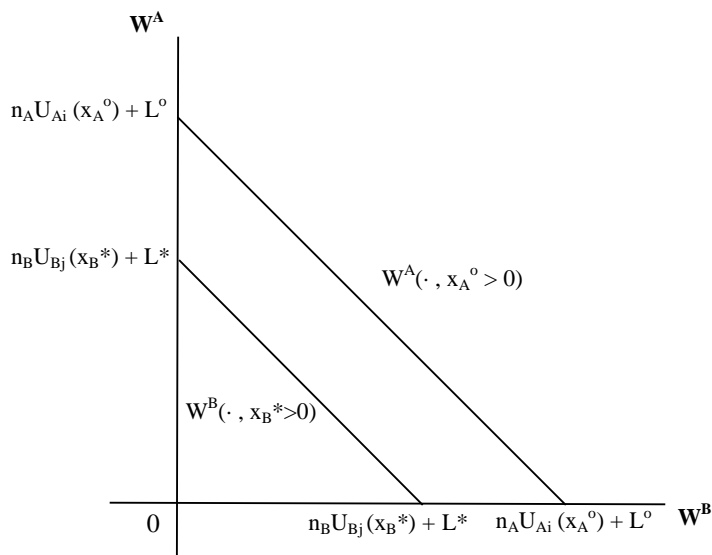
$$W^B(X_B^* > 0; W^A) = n_B U_{Bh}(X_B^*) + L^* - W^A, \quad \text{con } W^A \in [0, L^*] \quad [7.12]$$

FIGURA 7.6



Ambas FBS son rectas con pendiente de 45° , por lo tanto es obvio que, haciendo abstracción de las restricciones de dominio y recorrido, una dominará a la otra. En este caso es inmediato que la recta a la que pertenece el segmento $W^A(X_A^0 > 0; W^B)$ domina necesariamente a la de $W^B(X_B^* > 0; W^A)$; en efecto, $X_A^0 > X_B^*$ por ser $n_A > n_B$, luego resulta que $U_{Ah}(X_A^0) > U_{Bk}(X_B^*)$ y $n_A U_{Ah}(X_A^0) > n_B U_{Bk}(X_B^*)$, como se indica en la Figura 7.7.

FIGURA 7.7



Proposición 1

Si el bien colectivo local no es de consumo obligatorio sino que es de libre disposición y, además, puede transferirse utilidad entre los ciudadanos de ambas ciudades sin restricción alguna, entonces la solución paretiana es única y es socialmente preferible asignar el bien colectivo local a la ciudad con mayor número de consumidores.

Demostración

Si la cantidad suministrada en B de X_B^* es la óptima y, alternativamente, se asignara la misma cantidad a A, o sea, $X_A^* = X_B^*$, entonces $W^A(X_A^* > 0, \cdot) > W^B(X_B^* > 0; \cdot)$ por la igualdad de los consumidores y porque $n_A > n_B$. Pero la cantidad óptima en A no es X_A^* sino X_A^0 , por lo tanto $W^A(X_A^0 > 0, \cdot) > W^B(X_B^* > 0; \cdot)$ y, en consecuencia, $W^A(X_A^0 > 0, \cdot) > W^B(X_B^* > 0; \cdot)$.

Si existen restricciones sobre la posibilidad de transferir utilidad entre los ciudadanos de A y los de B, entonces el conjunto de posibilidades de bienestar deja de ser convexo, no se cumple la unicidad de la solución y el problema queda indeterminado desde una perspectiva paretiana. Como $W^A(X_A^0 > 0, \cdot)$ y $W^B(X_B^* > 0; \cdot)$ son segmentos de rectas paralelas no pueden tener ningún punto común.

La FBS está formada por la unión de dichos segmentos, $FBS = \{FBS_{S=A}\} \cup \{FBS_{S=B}\}$, por lo tanto el conjunto de posibilidades de bienestar delimitado por la FBS no será convexo a menos que exista dominancia paretiana entre $FBS_{S=A}$ y $FBS_{S=B}$, es decir, a menos que una vez eliminados los puntos dominados quedara delimitado un conjunto convexo. Esto ocurriría si la envoltura convexa del conjunto definido por $W^B(X_B^0 > 0, \cdot)$ y los ejes de coordenadas estuviera contenida en la correspondiente al conjunto definido por $W^A(X_A^0 > 0, \cdot)$, como se muestra en la figura 7.8. Esta relación de inclusión es imposible –ver proposición 2 y figura 7.9– por lo que existe más de una solución, como se ilustra en la figura 7.8.

FIGURA 7.8

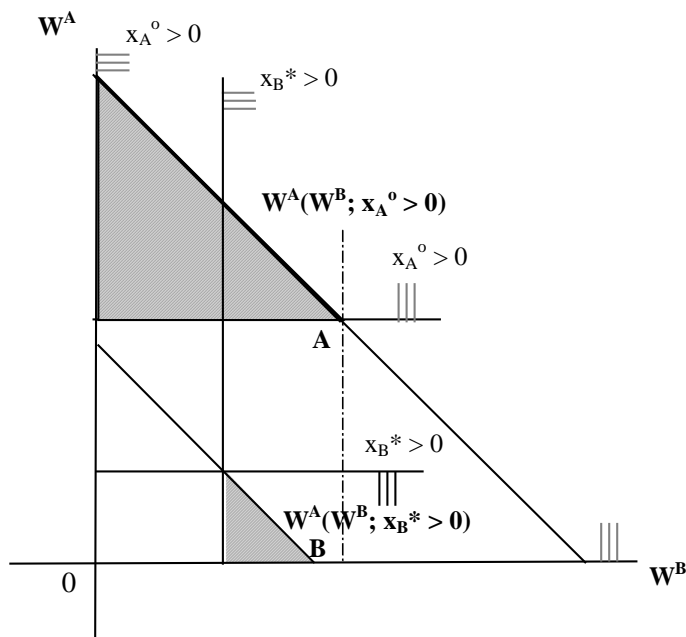
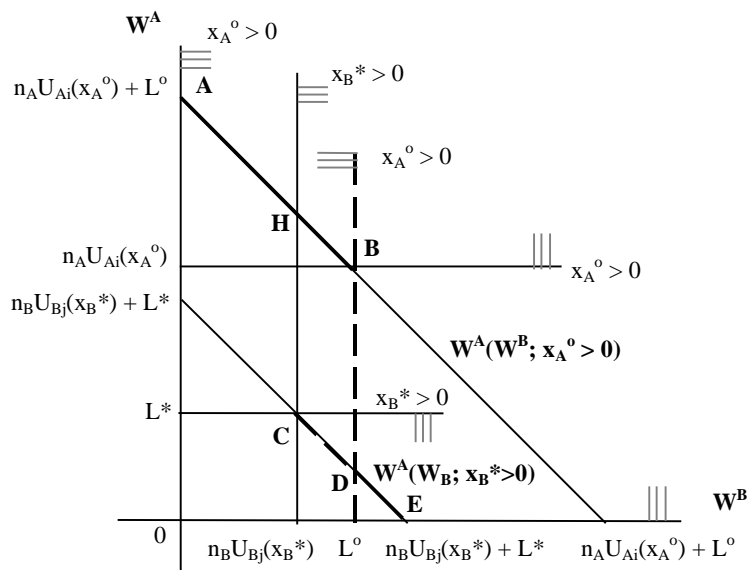


FIGURA 7.9



Proposición 2

No siempre es socialmente preferible ubicar el bien colectivo local en la ciudad con mayor número de consumidores. La asignación a una u otra ciudad no puede justificarse en términos paretianos y es necesario recurrir a juicios de valor adicionales para resolver la indeterminación.

Demostración

Como la recta $W^A(\cdot)$ domina a la $W^B(\cdot)$, para demostrar que las restricciones de dominio y recorrido afectan a dicha relación basta con demostrar que existe un punto de $W^B(\cdot)$ que no está dominado

por alguno de $W^A(\cdot)$. Si X se ubica en B y se produce exclusivamente con el trabajo de los ciudadanos de A –punto E de la figura 7.9–, para mejorar la posición de los consumidores de A es indispensable que los de B aporten algo de trabajo, lo que disminuiría necesariamente su utilidad y, por lo tanto, no existe ningún Cambio Pareto Superior (CPS) al punto E , como se quería demostrar. En la figura 7.8, existe un solo CPS, el de B respecto a D , todos los demás puntos no son comparables siguiendo el criterio de Pareto.

La extensión del modelo anterior al caso de la ubicación de dos bienes colectivos locales indivisibles, de modo que una ciudad puede recibir ambos bienes, uno o ninguno, conduce a los mismos resultados cualitativos –ver Pasqual (1987)–. Lo mismo ocurre con el caso de N bienes.

En resumen, no es posible justificar la ubicación de un bien colectivo local indivisible apelando exclusivamente a la eficiencia en términos de Pareto.

Una forma de resolver la indeterminación paretiana es recurriendo a un criterio menos restrictivo que el de Pareto. El criterio de Kaldor, por ejemplo, que está en la base del popular Análisis Coste-Beneficio, permite elegir la mejor ubicación sin ambigüedad alguna. Sin embargo, el empleo del criterio de Kaldor conduce a resultados de difícil justificación, como se justifica seguidamente a través de un ejemplo.

Se trata de decidir la mejor ubicación para un bien colectivo local indivisible entre tres ciudades, la ciudad grande G , la mediana M o la más pequeña P . Supóngase que la decisión de ubicar el bien se toma mediante el criterio de Kaldor, que el coste de ubicarlo en una u otra ciudad es exactamente el mismo, que las preferencias y la renta de todos los ciudadanos son idénticas y que la medida del bienestar en cada ciudad es la suma de las utilidades.

Bajo estas condiciones la solución es trivial, el bien debe ubicarse en la ciudad con mayor número de ciudadanos, la G , porque de esta forma el aumento en bienestar es mayor. Si a continuación se plantea ubicar otro bien colectivo local, por igual motivo se ubicará en la misma ciudad que alberga el primer bien, y lo mismo pasaría con todos los demás bienes. De esta forma se conseguiría que todos los bienes colectivos locales se concentraran en una sola ciudad, la G .

Cuando de lo que se trata es de hallar la mejor ubicación de un mal colectivo local, como una cárcel, un vertedero o una central térmica, el resultado de tener en consideración la mayor eficiencia económica es el mismo que con un bien colectivo local, todos los males colectivos se concentrarían también en una sola ciudad.

En resumen, dadas tres ciudades, una grande (G), una mediana (M) y una pequeña (P), todos los bienes colectivos locales se concentrarían en G y todos los males colectivos locales en P , en tanto que en M no habría ni bienes ni males.

El ámbito en el que se toma la decisión siempre es importante. Cuando existen externalidades, el problema es tanto menor cuanto mayor es el ámbito. En el caso de la ubicación de bienes colectivos locales ocurre exactamente lo contrario, cuanto mayor es el ámbito mayor será la desigualdad en términos de bienestar entre la ciudad mayor y las demás. Por este motivo, la estructura de gobierno a diferentes niveles mitiga el potencial efecto centralizador inherente a los bienes colectivos locales cuando se pone énfasis en la eficiencia.

8. EVALUACIÓN *EX POST*, *EX ANTE* Y EVALUACIÓN CONTINUADA

En una evaluación *ex post* se pretende conocer cuál ha sido la rentabilidad de un proyecto y se emplea la información que el propio proyecto ha ido generando. Por el contrario, en una evaluación *ex ante*, se trabaja con estimaciones de los costes y beneficios y el objetivo es saber si conviene llevar a cabo el proyecto o no. Además, no hay que olvidar que una vez iniciado el proyecto



interesa dilucidar si es beneficioso proseguir con dicho proyecto o bien sería preferible terminarlo, evaluación que debe realizarse de forma continuada, período a período. En los tres casos las evaluaciones tienen requerimientos distintos. En particular, los precios a emplear para las valoraciones serán distintos y algunos costes y beneficios serán relevantes en un caso y no en el otro.

Ejemplo 1

Se invierte 1 u.m. en la construcción de una máquina que tiene una vida útil (T) de 3 períodos y se puede arrendar por 2 u.m. constantes del momento cero por período, o se puede vender. La tasa de descuento es del 100%. Los flujos de la inversión y del arrendamiento son conocidos; por el contrario, el precio de venta se conoce en cada período y se dispone de una estimación aproximada de los precios de venta futuros. En la tabla siguiente se resume esta información:

TABLA 8.1

	0	1	2	3
coste inicial	-1			
arrendamiento		2	2	2
venta (previsto)		3	4	3
venta (real)		3	3	3

Las alternativas son, arrendar la máquina durante toda la vida útil, o bien venderla en el período 1 o bien arrendarla durante un tiempo y venderla después, en el período 2 o en el 3. La rentabilidad *ex ante* (0) en cada caso es:

$$VAN_0(\text{arrendar}) = -1 + \frac{2}{(1+r)} + \frac{2}{(1+r)^2} + \frac{2}{(1+r)^3} = \frac{3}{4} \quad [8.1]$$

$$VAN_0(\text{vender en 1}) = -1 + \frac{3}{(1+r)} = \frac{1}{2} \quad [8.2]$$

$$VAN_0(\text{vender en 2}) = -1 + \frac{2}{(1+r)} + \frac{4}{(1+r)^2} = 1 \quad [8.3]$$

$$VAN_0(\text{vender en 3}) = -1 + \frac{2}{(1+r)} + \frac{2}{(1+r)^2} + \frac{3}{(1+r)^3} = \frac{7}{8} \quad [8.4]$$

Con estos datos, la mejor opción *ex ante* es arrendar durante el período 1 y vender en el momento 2. Sin embargo, aunque la evaluación *ex ante* es correcta, es conveniente plantearse si conviene o no proseguir con el proyecto en cada período. Bajo el supuesto de información perfecta esto no sería necesario, porque la ordenación de alternativas de mejor a peor sería exactamente la misma. Pero si la información utilizada en la evaluación *ex ante* no ha sido la correcta, pasado el período 0, en el 1 se puede replantear la cuestión. Denotando con un subíndice el período en que se calcula el VAN resulta que, para cualquiera de las alternativas:

$$VAN_1 = VAN_0 + 1 \quad [8.5]$$

si se toma el mismo momento de actualización en ambos casos y:

$$VAN_1 = [VAN_0 + 1](1+r) \quad [8.6]$$

si dicho momento se iguala al número del período en el que se lleva a cabo el cálculo. Aunque varía la cuantificación del VAN, se mantiene el mismo orden entre las alternativas, aunque no necesariamente ocurre lo mismo en los siguientes períodos.

En el período 2, las posibilidades se reducen a dos, o se vende de inmediato o se vende en el período siguiente, el 3:

$$VAN_2(\text{vender en 2}) = 3 \quad [8.7]$$

$$VAN_2(\text{vender en 3}) = 2 + \frac{3}{2} = \frac{7}{2} \quad [8.8]$$

De forma que, a pesar de lo esperado *ex ante* a partir de las estimaciones del precio de venta, resulta preferible vender en el período 3 que en el 2.

Ejemplo 2

Existen dos alternativas para aprovechar una inversión, la A y la B, cuyos flujos se detallan en la siguiente tabla. La tasa de descuento es del 100% por período.

TABLA 8.2

	0	1	2	3	4
inversión inicial	-1				
A		3	6	3	6
B		3	5	5	6

Calculando el VAN se obtiene:

$$VAN(A) = -1 + \frac{3}{1+r} + \frac{6}{(1+r)^2} + \frac{3}{(1+r)^3} + \frac{6}{(1+r)^4} = 2,75 \quad [8.9]$$

$$VAN(B) = -1 + \frac{3}{1+r} + \frac{5}{(1+r)^2} + \frac{5}{(1+r)^3} + \frac{6}{(1+r)^4} = 2,75 \quad [8.10]$$

Como ambas opciones proporcionan el mismo VAN y tienen idéntica duración, parece indiferente optar por A o por B. Sin embargo, tal vez haya una manera de conseguir un VAN más alto que 2,75 u.m. tomando la mejor alternativa en cada período si esto fuera posible. Esta opción mixta, tomar A en los períodos 1 y 2 y B en los dos siguientes se designa por AABB y los flujos se expresan en la tabla siguiente:

TABLA 8.3

	0	1	2	3	4
inversión inicial	-1				
A		3	6	3	6
B		3	5	5	6
AABB		3	6	5	6

Por lo tanto:

$$VAN(AABB) = -1 + \frac{3}{(1+r)} + \frac{6}{(1+r)^2} + \frac{5}{(1+r)^3} + \frac{6}{(1+r)^4} = 3 \quad [8.10]$$

Si el valor actual del coste de cambiar la opción A por la B en el período 2 es menor que 0,25 u.m. entonces la mejor opción no es A ni B sino el proyecto mixto AABB.

9. CONCLUSIONES

La evaluación de proyectos públicos no es, ni mucho menos, una herramienta novedosa. Se trata de una técnica cuyas primeras aplicaciones datan de hace más de un siglo, y su utilización ha sido especialmente intensiva en los últimos cincuenta años. A su aplicación y difusión han contribuido tanto profesionales de prestigio como académicos de la relevancia de Pearce, Sen, Mirlees, Marglin o Harberger, por citar sólo algunos. A pesar de ello, de forma continuada siguen apareciendo contribuciones académicas con errores de concepto, y consecuentemente, aplicaciones prácticas metodológicamente incorrectas, como se ha mostrado a lo largo de este trabajo. No deja de resultar curioso que persistan errores tan graves como confundir los conceptos de coste y beneficio, incurrir en doble contabilidad u omitir un impacto relevante. O que, para valorar impactos se hayan propuesto diferentes metodologías, todas ellas argumentadas y acompañadas de justificaciones, que sin embargo dan lugar a resultados claramente distintos, como se ha puesto de manifiesto en este trabajo. Ante la diversidad de opciones cabe aplicar siempre el principio de parsimonia, que aconseja la utilización de la más simple, sin hacer uso de más conceptos que aquellos que son estrictamente necesarios, y mirando con precaución los resultados. De esta forma el riesgo de cometer errores innecesarios se minimiza.

Cuando un analista se enfrenta a la tarea de evaluar un proyecto, se encuentra ante una cuestión fundamental: cuál es la forma correcta de seleccionar una metodología o un resultado entre alternativas diversas. Si bien está claro que no existen recetas válidas para todos los problemas en todas las situaciones, lo que sí es fundamental es disponer de los conocimientos y las herramientas necesarias en cada momento, y, sobre todo, que se pueda garantizar la independencia del evaluador respecto al resultado de su decisión. Esta última debería constituir, sin duda, una regla fundamental en toda evaluación. Si el evaluador depende directa o indirectamente del promotor del proyecto, la objetividad perderá terreno a favor del grado de optimismo en el resultado. El propio Banco Mundial, uno de los organismos internacionales con más presencia y prestigio en la financiación y puesta en marcha de proyectos de inversión, lo reconoce explícitamente (ver Pohl y Mihaljek, 1992). El análisis de los resultados de las evaluaciones de 1.015 proyectos financiados por el Banco Mundial en países en vías de desarrollo mostró una importante conclusión. Las evaluaciones *ex ante* eran demasiado optimistas si se comparaban con los resultados obtenidos *ex post*. Concretamente, en promedio los costes se infravaloraban en un 22%, y la duración del proyecto era dos años superior a la prevista, lo cual provocaba que la tasa de rendimiento de los proyectos resultase considerablemente inferior a la prevista. En el trabajo de Pohl y Mihaljek (1992) se considera la incertidumbre como el principal factor explicativo. Sin embargo, en el caso de países en vías de desarrollo es fácil encontrar proyectos con un grado de incerteza bajo. Si a ello se añade que el número de proyectos rentables es muy superior al capital disponible para invertir, no debería resultar difícil para cualquier inversor evitar la incertidumbre, por lo que parece que la desviación entre las evaluaciones *ex ante* y *ex post* tendrían otra causa.

La experiencia del Banco Mundial es, cuando menos, reveladora. Si sus expertos son incapaces de realizar buenas evaluaciones, con muchas más razones se justificarían los errores de entidades públicas con una dotación de recursos, humanos y económicos, muy inferior para dedicar al estudio de inversiones.

Este trabajo comenzaba con el objetivo de identificar posibles errores en los procesos de evaluación pública de proyectos. Una vez finalizado, esperamos que no constituya únicamente una mera recolección, sino que pueda servir de guía al evaluador con el fin de evitar errores innecesarios, y ayudando así a garantizar, resultados objetivos y coherentes con el bienestar común.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEE, M. D., y CROCKER, T. D. (1996): "Parents' Discount Rates for Child Quality". *Southern Economic Journal*, 63 (1), pp. 36-50.
- (2002): "Parents' Discount Rate and the Intergenerational Transmission of Cognitive Skills". *Economica*, 69 (273), pp. 143-154.
- AGUILERA, F. (1993): "El Problema de la Planificación Hidrológica: Una Perspectiva Diferente". *Revista de Economía Aplicada*, 2 (1), pp. 209-216.
- ALBI, E. (1976): *Introducción al Análisis Coste-Beneficio*. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- ALCHIAN, A. A. (1955): "The Rate of Interest, Fisher's Rate of Return over Costs and Keynes' Internal Rate of Return". *The American Economic Review*, 45 (5), pp. 938-943.
- ANTOÑANZAS, F.; JUÁREZ, C., y ROVIRA, J. (1999): "El Problema de la Actualización en la Evaluación Económica de Proyectos Sanitarios". *Hacienda Pública Española*, 148, pp. 3-21.
- ARROW, K. J. (1951): *Social Choice and Individual Values*. Nueva York (v. c. de la 2.ª ed. por el Instituto de Estudios Fiscales, Madrid).
- ARROW, K. y LEVAHARE, (1969): "Uniqueness of the Internal Rate of Return with Variable Life of Investment". *Economic Journal*, 79 (315), pp. 560-566.
- AZQUETA, D. (1985): *Teoría de los Precios Sociales*. Instituto Nacional de Administración Pública, Madrid.
- BENÍTEZ, J. (1991): "El Análisis Coste-Beneficio como Técnica al Servicio de la Política Económica". *Hacienda Pública Española*, 117, pp. 43-56.
- BOADWAY, R. W., y WILDASIN, D. E. (1984): *Public Sector Economics*. (2.ª Edición) Little, Brown and Company, (v. c. 1984, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid).
- BOULDING, K. E. (1935): "The Theory of a Single Investment". *Quarterly Journal of Economics*, 49, pp. 475-494.
- BREALEY, R., y MYERS, S. (1985): *Principles of Corporate Finance*. 3.ª Ed. (5.ª Ed. 1996) McGraw-Hill, Nueva York.
- BRENT, R. (1997): *Applied Cost-Benefit Analysis*. Edward Elgar, Cheltenham.
- BROOME, J. (1992): *Counting the Cost of Global Warming*. White Horse Press, Cambridge.
- CANTOR, D. G., y LIPPMAN, S. A. (1983): "Investment Selection with Imperfect Capital Markets". *Econometrica*, 51 (4), pp. 1121-1144.
- (1995): "Optimal Investment Selection with a Multitude of Projects". *Econometrica*, 63 (5), pp. 1231-1240.
- CASAHUGA, A. (1980): *Democracia y Economía Política*. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- (1985): *Fundamentos Normativos de la Acción y Organización Social*. Ed. Ariel, Barcelona.

- CASTELO, D. (2001): "Anomalies in Net Present Value Calculations?". *Economics Letters*, 72, pp. 127-129.
- CAUMEL, M. E.; KELLER, R.; SANTOS, E. y SEBASTIÁN, C. (1974): *Precios-Sombra de los Recursos Centrales para la Evaluación de Proyectos de Inversión: Aplicación a la Economía Española*. Fundación Instituto Nacional de Industria, Programa de Investigaciones Económicas, serie E n.º 1.
- CLINE, W. (1992): *The Economics of Global Warming*. International Institute for International Economics, Washington D.C.
- DASGUPTA, P.; MARGLIN, S., y SEN, A. K. (1972): *Pautas para la Evaluación de Proyectos*. ONUDI, Nueva York.
- ECKSTEIN, O. (1961): "A Survey of the Theory of Public Expenditure Criteria". En J. M. BUCHANAN (Ed), *Public Finances: Needs, Sources and Utilization*, Princeton University Press.
- FELDSTEIN, M. (1964): "The social time preference rate". *Economic Journal*, 74, pp. 360-379
- GIBBARD, A. (1973): "Manipulation of Voting Schemes: a General Result". *Econometrica*, 41, pp. 587-602.
- GOUNDRY, G. K. (1960): "Forest Management and the Theory of Capital". *Canadian Journal of Economics*, 26, pp. 439-451.
- HARBERGER, A. C. (1967): "The Opportunity Costs of Public Investment Financed by Borrowing", in LAYARD, R. (1972): *Cost-Benefit Analysis. Selected readings*, Richard Layard Ed.
- (1968): *Evaluation of Industrial Projects*. United Nations Industrial Development Organization, UN Sales No. E. 67.11.3.23. Reproducido en Harberger (1972).
 - (1969): "The Discount Rate in Public Investment Evaluation". *Conference Proceedings of the Committee on the Economics of Water Resources Development*, Western Agricultural Economics Research Council, report n.º 17, Denver, Colorado, 17-18 December. Reimpreso como "On Measuring the Social Opportunity Costs of Public Funds" en A. C. HARBERGER (1976): *Project Evaluations*, Midway reprint, Chicago.
 - (1971): "On Measuring the Social Opportunity Cost of Labour". *International Labour Review*, 103 (6), pp. 559-579.
 - (1972): *Evaluación de Proyectos*. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- HARROD, R. (1948): *Towards a Dynamic Economics*. v. c. (1966) *Hacia una Economía Dinámica*, Ed. Tecnos, Madrid.
- HERREOLEN, W. S.; VAN DER DOMMELEN, P., y DEMEULEMEESTER, E. L. (1995): "Project Network Models with Discounted Cash flows: A Guided Tour through Recent Developments". *European Journal of Operational Research*, 100, pp. 97-121.
- HIRSHLEIFER, J. (1958): "On the Theory of Optimal Investment Decision". *The Journal of Political Economy*, 66 (4), pp. 329-352.
- KULA, E. (1984): "Derivation of Social Time Preference Rates for United States and Canada". *The Quarterly Journal of Economics*, 99, pp. 873-882.
- (1988): *The Economics of Forestry: Modern Theory and Practice*. Croom Helm, London.
- LITTLE, I. M. D., y MIRRLEES, J. A. (1968): *Manual of Industrial Project Appraisal*. Volume II, Centro de Desarrollo de la OCDE, París.
- (1974): *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. Heinemann Educational Books, Londres.
- LONDERO, E. (1992): *Precios de Cuenta*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.
- (1998): *Beneficios y Beneficiarios*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.

- MALUQUER, J. (1999): *Economía y colonias en la España del 98*. Síntesis: Fundación Duques de Soria, Madrid.
- MARGLIN, S. A. (1963): "The social rate of discount and the optimal rate of investment" *Quarterly Journal of Economics*, n.º 77, pp. 95-111.
- MASSÉ, P. (1962): *Optimal Investment Decisions: Rules for Action and Criteria for Choice*. Prentice-Hall Inc, Londres.
- MAUER, C. M., y TRIANTIS, A. K. J. (1994): "Interacciones of Corporate Financing and Investment Decisions: A Dynamic Framework". *Journal of Financial*, 49 (4), pp. 1253-1277.
- MCKEAN, R. N. (1958): *Efficiency in Government through Systems Analysis*. Operations Research Society of America, Publications in operation research Number 3. John Wiley and Sons, Nueva York.
- MENDELSON, R. (1981): "The Choice of Discount Rates for Public Projects". *American Economic Review*, 71 (1), pp. 239-241.
- MISHAN, E. J. (1988): "A Critique of the Discounted-Present-Value Method". *Cost-benefit Analysis*, Boston, Mass., Deorge Allen and Unwin.
- MONTLLOR, J. (1978): "Un Modelo Determinista de Proyectos Agregados de Inversión-Financiación: El Valor Final Neto". *Económicas y empresariales*, 9, pp. 152-163.
- NIJKAMP, P., y ROUWENDAL, J. (1988): "Intergenerational Discount Rates in Long-Term Plan Evaluation". *Public Finance*, 43(2), pp. 195-211.
- OEHMKE, J. F. (2000): "Anomalies in Net Present Value Calculations" *Economics Letters*, 67, pp. 349-351.
- PASQUAL, J. (1987): *Asignación de Bienes Colectivos Locales. Acotación de un caso*. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).
- (1998): "El Mejor Orden de Ejecución de una Serie de Proyectos de Inversión". *Working Paper* 98.01. Departamento de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.
 - (1999): *La Evaluación de Políticas y Proyectos*. Icaria editorial y Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- PASQUAL, J.; TARRÍO, J. A., y PÉREZ, M. J. (2001): "Falsas Anomalías de la Función Valor Actual Neto". *Documento de trabajo* 01-05. Serie de Economía de la Empresa 03. Universidad Carlos III de Madrid.
- PEARCE, D. W. (1971): *Cost-Benefit Analysis*. McMillan Press Ltd, Londres. (v.c. 1973, Ed. Vicens Vives, Barcelona).
- PEUMANS, H. (1974): *Valoración de proyectos de inversión*. Ed. Deusto, Bilbao.
- POHL, G., y MIHALJEK, D. (1992): "Project Evaluation and Uncertainty in Practice: A Statistical Analysis of Rate of Return Divergences of 1015 World Bank Projects". *The World Bank Economic Review*, 6 (2), pp. 255-277.
- PIGOU, A. C. (1920): *Economics of Welfare*. Macmillan, Londres.
- PRICE, C. (1996): "Discounting and Project Appraisal: from the Bizarre to the Ridiculous" in KIRKPATRIK, C., y WEISS, J. (Eds): *Cost-benefit Analysis and Project Appraisal for Developing Countries*, Edward Elgar, Glos.
- PROMISLOV, D. S., y SPRING, D. (1996): "Postulates for the Internal Rate of Return of an Investment Project". *Journal of Mathematical Economics*, 26, pp. 325-361.
- RAMSEY, F. P. (1928): "A Mathematical Theory of Saving". *Economic Journal*, 38, pp. 543-559.
- RAMSEY, J. (1970): "The Marginal Efficiency of Capital, the Internal Rate of Return, and Net Present Value: An Analysis of Investment Criteria". *Journal of Political Economy*, 78, pp. 727-730.

- RAY, A. (1985): *Análisis de Costos-Beneficios, Cuestiones y Metodología*. Banco Mundial, v.c. (1986), Ed. Tecnos, Madrid.
- RODRÍGUEZ, A. (1984): *Matemática del Inversor*. Ed. El Autor, Barcelona.
- REMER, D. S., y NIETO, A. P. (1995): "A Compendium and Comparison of 25 Project Evaluation Techniques". *International Journal of Production Economics*, 42, pp. 79-96 y 101-129.
- ROMERO, C. (1994): *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*. Alianza Ed., Madrid.
- ROSS, S. R. (1995): "Uses, Abuses, and Alternatives to the Net-Present-Value Rule". *Financial Management*, 24 (3), pp. 96-102.
- SAAK, A., y HENNESSY, D. A. (2001): "Well-behaved cash flows". *Economics Letters*, 73, pp. 81-88.
- SAMUELSON, P. A. (1976): "Economics of forestry in a Evolving Society". *Economic Inquiry*, vol 14, pp. 446-492.
- SAPAG, N. (1993): *Criterios de Evaluación de Proyectos*. McGraw-Hill, Madrid.
- SATTERHWAITE, M. (1975): "Strategy Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems of Voting Procedures and Social Welfare Functions". *Journal of Economic Theory*, 10, pp. 187-217.
- SCOTT, M. F. G. (1989): *A New View of Economic Growth*. Clarendon Press, Oxford.
- SCOTT, M. F. G.; MCARTHUR, J. D., y NEWBERY, D. M. G. (1979): *Project Appraisal in Practice*. Heinemann, London.
- SOLANET, M. A.; COZZETTI, A., y RAPETTI, E. O. (1984): *Evaluación económica de proyectos de inversión*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.
- SQUIRE, L., y VAN DER TAK, H. G. (1975): *Economic Analysis of Projects*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. (v.c. (1987) *Análisis Económico de Proyectos*. Ed Tecnos, Madrid).
- TEICHROEW, D.; ROBICHECK, A., y MONTALBANO, M. (1965a): "Mathematical Analysis of Rates of Return under Certainty". *Management Science*, 11, pp. 395-403.
- (1965b): "An Analysis of Criteria for Investment and Financing Decisions under Certainty". *Management Science*, 12, pp. 151-179.
- TINBERGEN, J. (1956): "The Optimum Rate of Saving". *Economic Journal*, 66, pp. 603-609.
- TRESCH, R. W. (1981): *Public Finance: A Normative Theory*. Business Publications, Texas.
- WESTON, J. F., y BRIGHAM, E. F. (1984): *Finanzas en Administración*. Ed. Interamericana. México.

**DOCUMENTOS DE TRABAJO EDITADOS POR EL
INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES**

2000

- 1/00 Ciudadanos, contribuyentes y expertos: Opiniones y actitudes fiscales de los españoles en 1999.
Autor: Área de Sociología Tributaria.
- 2/00 Los costes de cumplimiento en el IRPF 1998.
Autores: M.^a Luisa Delgado, Consuelo Díaz y Fernando Prats.
- 3/00 La imposición sobre hidrocarburos en España y en la Unión Europea.
Autores: Valentín Edo Hernández y Javier Rodríguez Luengo.

2001

- 1/01 Régimen fiscal de los seguros de vida individuales.
Autor: Ángel Esteban Paúl.
- 2/01 Ciudadanos, contribuyentes y expertos: Opiniones y actitudes fiscales de los españoles en 2000.
Autor: Área de Sociología Tributaria.
- 3/01 Inversiones españolas en el exterior. Medidas para evitar la doble imposición internacional en el Impuesto sobre Sociedades.
Autora: Amelia Maroto Sáez.
- 4/01 Ejercicios sobre competencia fiscal perjudicial en el seno de la Unión Europea y de la OCDE: Semejanzas y diferencias.
Autora: Ascensión Maldonado García-Verdugo.
- 5/01 Procesos de coordinación e integración de las Administraciones Tributarias y Aduaneras. Situación en los países iberoamericanos y propuestas de futuro.
Autores: Fernando Díaz Yubero y Raúl Junquera Valera.
- 6/01 La fiscalidad del comercio electrónico. Imposición directa.
Autor: José Antonio Rodríguez Ondarza.
- 7/01 Breve curso de introducción a la programación en Stata (6.0).
Autor: Sergi Jiménez-Martín.
- 8/01 Jurisprudencia del Tribunal de Luxemburgo e Impuesto sobre Sociedades.
Autor: Juan López Rodríguez.
- 9/01 Los convenios y tratados internacionales en materia de doble imposición.
Autor: José Antonio Bustos Buiza.
- 10/01 El consumo familiar de bienes y servicios públicos en España.
Autor: Subdirección General de Estudios Presupuestarios y del Gasto Público.
- 11/01 Fiscalidad de las transferencias de tecnología y jurisprudencia.
Autor: Néstor Carmona Fernández.
- 12/01 Tributación de la entidad de tenencia de valores extranjeros española y de sus socios.
Autora: Silvia López Ribas.
- 13/01 El profesor Flores de Lemus y los estudios de Hacienda Pública en España.
Autora: María José Aracil Fernández.
- 14/01 La nueva Ley General Tributaria: marco de aplicación de los tributos.
Autor: Javier Martín Fernández.
- 15/01 Principios jurídico-fiscales de la reforma del impuesto sobre la renta.
Autor: José Manuel Tejerizo López.
- 16/01 Tendencias actuales en materia de intercambio de información entre Administraciones Tributarias.
Autor: José Manuel Calderón Carrero.
- 17/01 El papel del profesor Fuentes Quintana en el avance de los estudios de Hacienda Pública en España.
Autora: María José Aracil Fernández.
- 18/01 Regímenes especiales de tributación para las pequeñas y medianas empresas en América Latina.
Autores: Raúl Félix Junquera Varela y Joaquín Pérez Huete.
- 19/01 Principios, derechos y garantías constitucionales del régimen sancionador tributario.
Autores: Varios autores.
- 20/01 Directiva sobre fiscalidad del ahorro. Estado del debate.
Autor: Francisco José Delmas González.
- 21/01 Régimen Jurídico de las consultas tributarias en derecho español y comparado.
Autor: Francisco D. Adame Martínez.
- 22/01 Medidas antielusión fiscal.
Autor: Eduardo Sanz Gadea.

- 23/01 La incidencia de la reforma del Impuesto sobre Sociedades según el tamaño de la empresa.
Autores: Antonio Martínez Arias, Elena Fernández Rodríguez y Santiago Álvarez García.
- 24/01 La asistencia mutua en materia de recaudación tributaria.
Autor: Francisco Alfredo García Prats.
- 25/01 El impacto de la reforma del IRPF en la presión fiscal indirecta. (Los costes de cumplimiento en el IRPF 1998 y 1999).
Autor: Área de Sociología Tributaria.

2002

- 1/02 Nueva posición de la OCDE en materia de paraísos fiscales.
Autora: Ascensión Maldonado García-Verdugo.
- 2/02 La tributación de las ganancias de capital en el IRPF: de dónde venimos y hacia dónde vamos.
Autor: Fernando Rodrigo Sauco.
- 3/02 A tax administration for a considered action at the crossroads of time.
Autora: M.^a Amparo Grau Ruiz.
- 4/02 Algunas consideraciones en torno a la interrelación entre los convenios de doble imposición y el derecho comunitario Europeo: ¿Hacia la "comunitarización" de los CDIs?
Autor: José Manuel Calderón Carrero.
- 5/02 La modificación del modelo de convenio de la OCDE para evitar la doble imposición internacional y prevenir la evasión fiscal. Interpretación y novedades de la versión del año 2000: la eliminación del artículo 14 sobre la tributación de los Servicios profesionales independientes y el remozado trato fiscal a las *partnerships*.
Autor: Fernando Serrano Antón.
- 6/02 Los convenios para evitar la doble imposición: análisis de sus ventajas e inconvenientes.
Autores: José María Vallejo Chamorro y Manuel Gutiérrez Lousa.
- 7/02 La Ley General de Estabilidad Presupuestaria y el procedimiento de aprobación de los presupuestos.
Autor: Andrés Jiménez Díaz.
- 8/02 IRPF y familia en España: Reflexiones ante la reforma.
Autor: Francisco J. Fernández Cabanillas.
- 9/02 Novedades en el Impuesto sobre Sociedades en el año 2002.
Autor: Manuel Santolaya Blay.
- 10/02 Un apunte sobre la fiscalidad en el comercio electrónico.
Autora: Amparo de Lara Pérez.
- 11/02 I Jornada metodológica "Jaime García Añoveros" sobre la metodología académica y la enseñanza del Derecho financiero y tributario.
Autores: Pedro Herrera Molina y Pablo Chico de la Cámara (coord.).
- 12/02 Estimación del capital público, capital privado y capital humano para la UE-15.
Autoras: M.^a Jesús Delgado Rodríguez e Inmaculada Álvarez Ayuso.
- 13/02 Líneas de Reforma del Impuesto de Sociedades en el contexto de la Unión Europea.
Autores: Santiago Álvarez García y Desiderio Romero Jordán.
- 14/02 Opiniones y actitudes fiscales de los españoles en 2001.
Autor: Área de Sociología Tributaria. Instituto de Estudios Fiscales.
- 15/02 Las medidas antielusión en los convenios de doble imposición y en la Fiscalidad internacional.
Autor: Abelardo Delgado Pacheco.
- 16/02 Brief report on direct an tax incentives for R&D investment in Spain.
Autores: Antonio Fonfría Mesa, Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz.
- 17/02 Evolución de la armonización comunitaria del Impuesto sobre Sociedades en materia contable y fiscal.
Autores: Elena Fernández Rodríguez y Santiago Álvarez García.
- 18/02 Transparencia Fiscal Internacional.
Autor: Eduardo Sanz Gadea.
- 19/02 La Directiva sobre fiscalidad del ahorro.
Autor: Francisco José Delmas González.
- 20A/02 Anuario Tributario de Jurisprudencia sistematizada y comentada 1999. TOMO I. Parte General. Volumen 1.
Autor: Instituto de Estudios Fiscales.
- 20B/02 Anuario Tributario de Jurisprudencia sistematizada y comentada 1999. TOMO I. Parte General. Volumen 2.
Autor: Instituto de Estudios Fiscales.
- 21A/02 Anuario Tributario de Jurisprudencia sistematizada y comentada 1999. TOMO II. Parte Especial. Volumen 1.
Autor: Instituto de Estudios Fiscales.
- 21B/02 Anuario Tributario de Jurisprudencia sistematizada y comentada 1999. TOMO II. Parte Especial. Volumen 2.
Autor: Instituto de Estudios Fiscales.
- 22/02 Medidas unilaterales para evitar la doble imposición internacional.
Autor: Rafael Cosín Ochaíta.
- 23/02 Instrumentos de asistencia mutua en materia de intercambios de información (Impuestos Directos e IVA).
Autora: M.^a Dolores Bustamante Esquivias.
- 24/02 Algunos aspectos problemáticos en la fiscalidad de no residentes.
Autores: Néstor Carmona Fernández, Fernando Serrano Antón y José Antonio Bustos Buiza.

- 25/02 Derechos y garantías de los contribuyentes en Francia.
Autor: José María Tovillas Morán.
- 26/02 El Impuesto sobre Sociedades en la Unión Europea: Situación actual y rasgos básicos de su evolución en la última década
Autora: Raquel Paredes Gómez.
- 27/02 Un paso más en la colaboración tributaria a través de la formación: el programa Fiscalis de la Unión Europea.
Autores: Javier Martín Fernández y M.ª Amparo Grau Ruiz.
- 28/02 El comercio electrónico internacional y la tributación directa: reparto de las potestades tributarias.
Autor: Javier González Carcedo.
- 29/02 La discrecionalidad en el derecho tributario: hacia la elaboración de una teoría del interés general.
Autora: Carmen Uriol Egido.
- 30/02 Reforma del Impuesto sobre Sociedades y de la tributación empresarial.
Autor: Emilio Albi Ibáñez.

2003

- 1/03 Incentivos fiscales y sociales a la incorporación de la mujer al mercado de trabajo.
Autora: Anabel Zárate Marco.
- 2/03 Contabilidad versus fiscalidad: situación actual y perspectivas de futuro en el marco del Libro Blanco de la contabilidad.
Autores: Elena Fernández Rodríguez, Antonio Martínez Arias y Santiago Álvarez García.
- 3/03 Aspectos metodológicos de la Economía y de la Hacienda Pública.
Autor: Desiderio Romero Jordán.
- 4/03 La enseñanza de la Economía: algunas reflexiones sobre la metodología y el control de la actividad docente.
Autor: Desiderio Romero Jordán.
- 5/03 Errores más frecuentes en la evaluación de políticas y proyectos.
Autores: Joan Pasqual Rocabert y Guadalupe Souto Nieves.