

EL RIESGO EN LOS PROYECTOS DE INVERSION: SU TRATAMIENTO EN LA LITERATURA ECONOMICA

ROBERTO SALOMÓN*

Los conceptos de riesgo e incertidumbre

Las palabras riesgo e incertidumbre se utilizan en la literatura con referencia a condiciones en las cuales el resultado de un evento futuro es desconocido. Sin embargo, es frecuente encontrar una diferencia conceptual en el uso de ambos vocablos con respecto al tipo de información disponible. Así, el término riesgo se refiere a situaciones en las cuales la distribución de probabilidad de todos los posibles eventos es conocida, ya sea a priori o como resultado de experiencia pasada. La palabra incertidumbre es a su vez reservada a situaciones en las cuales la distribución de probabilidad no es conocida; aun cuando puede ser posible formarse algunas opiniones subjetivas acerca de la probabilidad de cada resultado posible¹.

La evaluación de inversiones físicas consiste esencialmente en la predicción de eventos futuros, únicos en su naturaleza. Un proyecto sólo puede construirse una vez en un determinado lugar y tiempo. Por lo tanto, la situación no puede observarse experimentalmente muchas veces para arribar a distribuciones de probabilidad objetivas. El problema en la evaluación de inversiones es por lo tanto uno de incertidumbre, aun cuando algunos aspectos parciales, tales como la probabilidad de inundaciones en la evaluación de un proyecto de control de las mismas, pueden estar más cerca del concepto de riesgo. Sin embargo, a los efectos de este trabajo no se intentará categorizar las diferentes situaciones, y los términos riesgos e incertidumbre se utilizarán en forma intercambiable.

Enfoques teóricos del problema del riesgo

El tratamiento de riesgo en la literatura económica se remonta hasta 1738, cuando Daniel Bernoulli observó que no todos los hombres usan el mismo criterio para evaluar un juego de azar y afirmó que la determinación del valor de un bien no debe basarse en su precio sino más bien en la utilidad que produce. En apoyo de esta opinión, citó a su primo Nicolás Bernoulli,

* Economista Principal (Senior Economist), Secretaría General de la O.E.A., Washington, D.C. USA, 1972 a la fecha.

¹ Véase KNIGHT (1921). Capítulo VII.

con su famosa paradoja de San Petersburgo, y dio la siguiente regla fundamental:

“Si la utilidad de cada posible expectación se multiplica por el número de formas en las cuales ella puede ocurrir, y luego se divide la suma de esos productos por el número total de casos posibles, se obtendrá una utilidad promedio (expectativa moral) y la utilidad o beneficio que corresponda a esta utilidad será igual al valor del riesgo en cuestión”.

Pero Bernoulli no se detuvo allí y formuló la hipótesis de la existencia de una función utilitaria generalmente aplicable, con la siguiente forma,

$$y = b \log \frac{x}{a} \quad \text{o} \quad dy = \frac{b dx}{x},$$

donde

y = utilidad de un monto determinado x .

b = una constante.

a = riqueza del individuo.

Por lo tanto, suponiendo que la misma función utilitaria se aplicaba a la mayoría de los individuos de la misma riqueza, Bernoulli formuló una serie de afirmaciones normativas en cuanto a situaciones en las cuales la gente debía aceptar un juego de azar o comprar o vender seguros. Sin embargo, no pudo explicar la existencia de juegos justos o menos que justos (es decir, aquellos en que la esperanza matemática del juego es igual o menor que el costo del billete). Su creencia en la utilidad marginal decreciente le hizo afirmar que la existencia de los juegos de azar no podía ser racionalmente explicada. De acuerdo con Bernoulli, un desarrollo marcadamente similar al suyo había sido hecho independientemente por Gabriel Cramer en 1728.

Este enfoque clásico de utilidad cardinal fue perdiendo gradualmente su prestigio, especialmente luego de que fue desarrollado el concepto de curvas de indiferencia y la utilidad cardinal no fue más esencial para explicar el comportamiento del consumidor.

El concepto de utilidad cardinal fue reivindicado recién en 1944 por von Neuman y Morgenstern en su libro *Teoría de los Juegos y Comportamiento Económico*. Ellos cuestionaron el rechazo de la maximización de la utilidad esperada para explicar las decisiones que involucran riesgos, y argumentaron que se necesita muy poco esfuerzo para alcanzar una utilidad numérica a partir de las condiciones en las cuales está basado el análisis de curvas de indiferencia (p. 17). Según estos autores, es el valor esperado de esta utilidad numérica lo que se maximiza en las decisiones entre alternativas que involucran riesgo.

Friedman y Savage (1948) siguieron a von Neuman y Morgenstern e hicieron un análisis detallado de la consistencia de esas hipótesis con algunas observaciones sobre el comportamiento de las personas en sus decisiones bajo condiciones de riesgo.

De acuerdo con Friedman y Savage, del mismo modo que las propie-

dades ordinales de las funciones utilitarias pueden utilizarse para racionalizar decisiones en condiciones de perfecta certidumbre, sus propiedades numéricas pueden racionalizar decisiones cuando existe riesgo (p. 39). En consecuencia, trataron de justificar una función utilitaria de una forma particular, que dio origen a marcada controversia, e intentaron explicar el comportamiento del consumidor por medio de tal función.

Pero Friedman y Savage no estuvieron satisfechos con ello y dieron ejemplos de como puede obtenerse una función individual de utilidad, afirmando no sólo la posibilidad de llevar a cabo tal experimento, sino también la reproducibilidad de sus resultados. Ello proporcionaría un test de la hipótesis de que los consumidores reaccionan tratando de maximizar la utilidad esperada, en términos de una función utilitaria única, excepto por su origen y su unidad de medida. Si la hipótesis es correcta, afirman, dada una función utilitaria obtenida en la forma sugerida, es posible "... computar la utilidad inherente a (esto es, la utilidad esperada de) cualquier conjunto o conjuntos de posibles ingresos y sus probabilidades asociadas, y consecuentemente predecir cuál de un número de tales conjuntos será elegido" (p. 51)²

La fórmula normativa que resulta de este enfoque al problema del riesgo, consiste en evaluar el retorno incierto de un evento futuro asignándole el valor de su "equivalente bajo condiciones de certidumbre". Este se define como el importe que, si fuera recibido en forma absolutamente cierta, proporcionaría al individuo la misma utilidad que la alternativa incierta. Cuando se espera que ese retorno incierto ocurra en el futuro, el problema puede dividirse conceptualmente en dos pasos, para separar el elemento tiempo y el elemento riesgo. Primero, encontrar el mayor importe que la persona estaría dispuesta a pagar ahora, a cambio de un retorno cierto, libre de riesgo, en el tiempo t . Ello equivale a encontrar la tasa de interés pura o libre de riesgo. El segundo paso consiste en el cálculo del equivalente bajo condiciones de certidumbre de la manera discutida más arriba³.

Un enfoque diferente, conocido como "descuento por riesgo", propone el uso de una tasa de descuento ajustada por riesgo, obtenida por la adición de un "premio por riesgo" a la tasa pura de interés, de acuerdo con las características de riesgo de las inversiones bajo consideración. Este enfoque cobró fuerza luego de que Modigliani y Miller publicaron su famoso artículo sobre el costo de capital (1958). Ha habido, y todavía hay, mucha controversia en la literatura acerca de las ventajas e inconvenientes del descuento por riesgo en oposición al equivalente bajo condiciones de certidumbre, aún cuando bajo supuestos correctos ambos enfoques deben producir los mismos resultados⁴. Cuando el problema es la evaluación del riesgo, sin embargo, la opinión prevaleciente favorece el uso de una tasa de descuento libre de

² Para referencias sobre investigaciones en la dirección sugerida, así como algunos resultados empíricos interesantes, véase DYCKMAN y SALOMÓN (1971).

³ ROBICHEK y MYERS (1966), pág. 727. Para un excelente tratamiento de la solución de FISHER al problema de elecciones libres de riesgo, véase HIRSHLEIFER (1958).

⁴ Véanse ROBICHEK y MYERS (1966 y 1968) y CHEN (1967). Para algunos de los artículos más conocidos sobre la controversia del costo de capital, véase Archer y D'Ambrosio (eds.), *The Theory of Business Finance: A Book of Readings*, MacMillan, N.Y., 1967.

riesgo para tomar en consideración los efectos del tiempo, permitiendo así la evaluación apropiada del ahora aislado elemento riesgo. Desde un punto de vista empírico, sin embargo, la medición de una tasa de interés libre de riesgo puede convertirse en un problema altamente difícil, especialmente bajo condiciones inflacionarias, que pueden tornar inversiones que de otra manera serían seguras, tales como los bonos del gobierno, en venturas aún más riesgosas que algunas acciones⁵.

Un inconveniente común a los dos enfoques discutidos en los párrafos precedentes es que ambos consideran la inversión individual, y no los problemas de riesgo de un conjunto mayor de inversiones planeadas. Es Harry Markowitz (1952) quien merece crédito por haber puesto el énfasis en el problema de selección de un portafolio. Markowitz observó que las teorías existentes no podían explicar un hecho observable y sensible: la existencia de portafolios diversificados que son preferibles a portafolios no diversificados. Markowitz rechazó las reglas de comportamiento que no implican la superioridad de la diversificación. Partiendo de la hipótesis básica de que los inversores consideran (o deberían considerar) deseable un alto nivel de los retornos esperados y una baja variancia de los mismos, Markowitz desarrolló su método de retorno esperado-variancia de los retornos, que toma en cuenta en forma explícita la interrelación entre inversiones. La regla básica de este método es que los inversores prefieren los llamados portafolios eficientes, es decir, aquellos con mínima variancia para un retorno dado o con máximo retorno esperado para una variancia dada. El problema entonces se transforma en encontrar un conjunto de combinaciones eficientes cuya obtención sea factible, de manera tal que el inversor pueda entonces, de acuerdo a sus propias preferencias, elegir la cartera que le proporcione la combinación deseada.

Siguiendo la senda abierta por Markowitz, Sharpe efectuó dos contribuciones importantes. Primero (1963) desarrolló un modelo simplificado de la relación entre valores mobiliarios, que no sólo facilitaría las estimaciones de la información necesaria para el modelo de Markowitz, sino también haría innecesaria la mayor parte de la misma, introduciendo así una vez baja computacional significativa. El supuesto básico del modelo de Sharpe es que los retornos de diversos valores se relacionan sólo a través de relaciones comunes con algunos factores o índices básicos. Una ingeniosa división de la inversión en cualquier valor en dos partes, a saber:

- 1) una inversión en las características básicas del valor; y
- 2) una "inversión" en el índice, permitió a Sharpe reformular el problema de portafolio de una manera que él llamó "análogo diagonal".

El análogo reduce la información necesaria acerca de la matriz de variancia y covariancia de los valores a sus elementos diagonales, además de la variancia del índice. El nombre del modelo deriva precisamente de este hecho. La segunda contribución de Sharpe fue su enfoque pionero de la teoría del equilibrio del mercado bajo condiciones de riesgo, publicado en 1964.

⁵ Para una buena discusión de este problema, y desarrollo de un concepto interesante la "combinación segura", véase HASTIE (1967).

El modelo diagonal de Sharpe fue modificado por Cohen y Pogue (1967), quienes se preguntaron si el modelo de índice único no constituía una sobresimplificación. Por lo tanto, desarrollaron dos modelos de índices múltiples, con el propósito explícito de cubrir la brecha entre la rigurosa formulación de Markowitz y el altamente simplificado modelo diagonal de índice único. Ambos modelos de Cohen y Pogue introducen varios índices, uno para cada clase de valores o industrias, y suponen que cada valor está linealmente relacionado con el nivel de la industria o clase a la cual pertenecen. El primero de los modelos de índice múltiple fue llamado la forma de covariancia. Dado que no efectúa ningún supuesto simplificador acerca de las relaciones entre los índices industriales, la matriz de variancias y covariancias resultante tiene elementos distintos de cero en la porción correspondiente a las covariancias entre los índices. El segundo modelo, llamado la forma diagonal, tiene el supuesto adicional de que el índice de cada industria está asimismo linealmente relacionado a un índice agregado para todo el mercado. El resultado de éste es una matriz completamente diagonal, como en el caso del modelo de índice único.

La comprobación empírica efectuada por Cohen y Pogue (1967, pp. 178-182) del comportamiento ex-ante de los diferentes modelos, mostró al de Markowitz dominando sobre el de Sharpe, y éste a su vez sobre los modelos de índices múltiples, quizás debido al hecho de que cada valor fue relacionado solamente al índice de su propia industria.

Una alternativa al enfoque de Markowitz es la que proporcionaron Arrow (1952), Debreu (1959), y Hirshleifer (1964, 1965, 1966). El punto básico de este enfoque es postular que los objetos fundamentales de elección son "oportunidades de consumo contingente, definidas sobre una completa lista de todos los posibles estados del universo"⁶.

Además de las críticas usuales al enfoque de Markowitz, relacionadas con la omisión de momentos de alto orden de la distribución, Hirshleifer señala que no hay razones para suponer que un inversor será indiferente entre dos propuestas o dos proyectos que tengan la misma media y variabilidad, pero que a la vez tengan diferente ordenamiento de su distribución bajo diferentes estados del universo⁷. De este modo, se introduce un nuevo elemento en la escena: el reconocimiento de que, derechos a una misma cantidad de consumo en un mismo momento en el tiempo, pueden evaluarse en forma diferente de acuerdo con el estado del universo bajo el cual los mismos ocurren.

Si bien el enfoque de Markowitz generó una cantidad importante de investigaciones con respecto a su extensión teórica, así como a su aplicación empírica, ése no fue el caso con el modelo de preferencias de tiempo-estado.

⁶ HIRSHLEIFER (1965), p. 518.

⁷ Sobre la relevancia de momentos de orden mayor para distintos tipos de funciones utilitarias, véase STONE (1970). Una investigación en curso por LOGUE D. E. (Cornell University) sugiere que tales momentos pueden no ser empíricamente relevantes. Usando las medidas de riesgo de STONE, LOGUE ordenó una serie de valores bursátiles de acuerdo con distintas funciones utilitarias, obteniendo ordenamientos que no diferían entre sí en forma significativa.

quizás debido a su mayor complejidad, de manera que sus posibilidades inmediatas de aplicación son limitadas.

Los desarrollos comentados hasta ahora han tratado de racionalizar el comportamiento observado bajo condiciones de riesgo o de proveer algunas reglas normativas para selecciones bajo condiciones de riesgo. A continuación se discutirán dos enfoques alternativos para la estimación empírica del riesgo. Hillier (1963) propuso un procedimiento analítico para desarrollar la distribución de probabilidades de una inversión. Formulando algunos supuestos simplificadores acerca de la forma de la distribución de los flujos anuales de caja y de la relación entre los mismos, derivó la distribución del valor actual de un proyecto o de su costo anual y tasa de retorno.

La mayor limitación del enfoque de Hillier es que el cálculo de probabilidad puede tornarse muy complicado apenas el número de variables y sus interdependencias aumenten, o la forma en la cual las mismas se combinan no sea lineal. Alternativamente, Herts (1964) propuso el uso de simulación para arribar a la distribución del valor del proyecto. Las técnicas de simulación aumentan considerablemente la flexibilidad del modelo para manejar relaciones complicadas, y prácticamente no tienen restricciones en cuanto a la forma de las distribuciones individuales que pueden utilizarse. Por otra parte, la simulación implica una pérdida de generalidad por cuanto es mucho más difícil generalizar resultados simulados.

El riesgo y la incertidumbre en las inversiones públicas.

La literatura reciente refleja profundas discrepancias respecto a la relevancia del riesgo en la evaluación de inversiones públicas. Algunos autores sostienen que el riesgo es relevante para el sector público y proponen diferentes métodos para tomarlo en cuenta.

McKean (1958) reconoce la importancia de la incertidumbre en los proyectos de inversiones públicas y afirma que los resultados de los proyectos no son completamente conocidos, debido a los siguientes tipos de incertidumbre (pp. 64-71):

1. Acerca de los beneficios y costos especificados.
2. Acerca de las partes del sistema que se toman como dadas.
3. Acerca de las respuestas de otras unidades de decisión.
4. Acerca del cambio tecnológico.
5. Acerca del elemento aleatorio en eventos recurrentes.

McKean afirma que, para ser correctos, los resultados cuantitativos deben normalmente ser multivaluados, a fin de mostrar los diversos resultados razonables, o ser suplementados con otras indicaciones de la incertidumbre asociada con las estimaciones. Desde su punto de vista, no es posible medir el valor de diferentes tipos de incertidumbre y ajustar el valor esperado de cada proyecto para llegar a su utilidad esperada. Pero, afirma, es frecuentemente posible usar otros indicadores cuantitativos, tales como el rango de resultados en diferentes circunstancias relevantes, para describir

la incertidumbre. McKean recomienda que se efectúen cálculos separados cada vez que sea más o menos claro que una contingencia no es demasiado improbable y que afectaría seriamente el resultado del proyecto. Refiriéndose en particular al elemento aleatorio en eventos recurrentes señala que puede ser deseable mostrar la distribución de probabilidad de los resultados, la cual puede ser analíticamente calculada o estimada por medio de simulación (esto es, técnicas de Monte Carlo). Sin embargo, en su opinión este método puede no justificarse, salvo para el examen exhaustivo de proyectos muy costosos.

Eckstein (1958) también favorece el uso de criterios de inversión mediante los cuales, manteniendo constantes todos los demás elementos, los proyectos relativamente más seguros son preferidos sobre los proyectos riesgosos. Sin embargo, reconoce que algunos riesgos de proyectos privados, como el de colapso financiero o expropiación, no se presentan en inversiones públicas, y que el sector público disfruta de un alto grado de compensación de riesgos. Como fórmula para tratar el problema del riesgo, Eckstein se muestra partidario de la incorporación de un premio a la tasa de interés como el método más útil para efectuar ajustes con ese propósito.

Hirshleifer (1964) analiza el problema bajo su enfoque de preferencias de tiempo-estado y concluye sugiriendo "...el uso de tasas de mercado ubicadas en forma comparable en la estructura de tasas, tomando en cuenta el riesgo, plazo, iliquidez, etc., o en última instancia, de los tiempos y estados alternativos en los cuales ocurren los retornos de la inversión" (p. 84).

Un punto de vista totalmente distinto es el que sostienen varios eminentes economistas, quienes argumentan que el alto número de inversiones en el sector público permite un alto grado de compensación de riesgos, de manera tal que, por la ley de los grandes números, el resultado global resulta casi cierto. Por ejemplo, Vickrey (1964) afirma:

"A nivel social, el riesgo asociado con una empresa pública dada es inevitablemente compensado y promediado de alguna manera, sobre toda la población del país conjuntamente con los riesgos de otros proyectos, y esta compensación o promedio de riesgos para los proyectos públicos se logra sin ningún costo de transacciones financieras adicionales. Y para casi cualquier proyecto cuya magnitud no alcance la del proyecto Manhattan, la variancia en el ingreso nacional esperado, asociada con un proyecto particular, corresponderá a tan pequeña fracción del ingreso nacional que sería improbable que la función utilitaria promedio de los individuos, sobre los rangos relevantes, mostrara alguna curvatura significativa tal que justificara un margen en la tasa de interés cargada sobre la tasa de retorno en bonos libres de riesgo".

Esta misma línea de razonamiento es la que sigue Samuelson (1964), quien coincide con Vickrey en que muchos riesgos que son inevitables para el inversor privado no existen para la sociedad en su conjunto. Samuelson agrega que solamente aquellas decisiones de gran magnitud, que acarrearán serios resultados para todos los ciudadanos, como los tratados nucleares, necesitan un fuerte descuento por riesgo.

Baumol (1968) también acepta el argumento de la compensación de riesgos, pero favorece el uso de una tasa de descuento ajustada por riesgo para las inversiones públicas, a fin de asegurar una asignación apropiada de recursos entre los sectores público y privado.

Inicialmente, Baumol señala que deben tomarse en cuenta, no solamente el riesgo total y el valor esperado total, sino también las contribuciones marginales al riesgo y al valor esperado, por cuanto, aún si a primera vista puede parecer que el riesgo de un proyecto y su valor esperado son despreciables como proporción del programa total de inversiones del gobierno, la relación del riesgo marginal al valor esperado marginal no es despreciable (p. 794).

Pero luego, Baumol critica ese argumento, porque, en su opinión, ignora consideraciones de importancia. Su crítica se basa en el supuesto de que los resultados de los diversos proyectos son independientes.

“Por lo tanto, si el retorno esperado de un proyecto representativo es y y su desviación standard es σ , para n proyectos el retorno total esperado será yn mientras su desviación standard será $\sqrt{n}\sigma$. La contribución marginal de un proyecto al retorno esperado será por lo tanto $dy/dn = y$, mientras su contribución a la desviación standard será de $\sigma/2 \sqrt{n}$, que tiende a cero a medida que crece n (p. 794)”.

En opinión del autor, el argumento de Baumol puede cuestionarse por varias razones. Primero, su resultado es una consecuencia directa de un supuesto extremo que él mismo acepta que no es obviamente válido. En efecto, yendo al otro extremo, si se supone que los resultados de los diversos proyectos tienen una correlación de uno, el resultado es bastante diferente al de Baumol. El retorno total esperado seguirá siendo yn , pero la desviación standard total será $n\sigma$, que crece proporcionalmente con n , produciendo una contribución marginal constante, $ds/dn = \sigma$ ⁸.

En segundo lugar, aún bajo el supuesto de Baumol el resultado depende de la elección de la medida de riesgo. Si la unidad elegida fuera la variancia en vez de la desviación standard, la variancia total sería $n\sigma^2$ y la contribución marginal del proyecto a la variancia $dV/dn = \sigma^2$, la cual es independiente del tamaño de n . Asimismo, bajo el supuesto de perfecta correlación positiva, la variancia total es $n^2\sigma^2$ y la contribución marginal, $dV/dn = 2n\sigma^2$, que tiende a infinito para valores suficientemente grandes de n .

⁸ Si X_1, X_2, \dots, X_n representan los retornos de los n proyectos,

$$\begin{aligned} \text{Var}(X_1 + X_2 + \dots + X_n) &= \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{nn} + 2\sigma_{12} + 2\sigma_{13} + \dots + 2\sigma_{1n} + \\ &+ 2\sigma_{23} + \dots + 2\sigma_{2n} + \dots + \dots + 2\sigma_{(n-1)n} \\ &= n\sigma^2 + \underbrace{2\sigma^2 + 2\sigma^2 + \dots + 2\sigma^2}_{(n-1) \text{ términos}} + \underbrace{2\sigma^2 + \dots + 2\sigma^2}_{(n-2) \text{ términos}} + \underbrace{2\sigma^2}_{1 \text{ término}} \\ &= n\sigma^2 + 2\sigma^2 \frac{(n-1)(n)}{2} = n\sigma^2 + \sigma^2(n^2 - n) = n^2\sigma^2 \end{aligned}$$

Por lo tanto

$$\boxed{\text{Desv. Stand.}(X_1 + \dots + X_n) = n\sigma}$$

El mismo resultado puede obtenerse directamente de la relación

$$\text{Var}(nX) = n^2\sigma^2$$

Una objeción final al argumento de Baumol se refiere a la noción de “proyecto representativo” que él usa sin definir. A menos que este concepto implique el supuesto simplificador de que todos los proyectos tienen aproximadamente la misma distribución, es necesaria una definición más precisa. Sin supuestos más bien heroicos, no está claro para el autor como puede reducirse la fórmula de la variancia total a alguna forma más simple que la que sigue

$$\text{Var} (X_1 + X_2 + \dots + X_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n \sigma_{ii} + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j>i}}^n \sigma_{ij}$$

De esta fórmula y de la discusión precedente puede inferirse que la contribución de cualquier proyecto a la variancia total estará determinada por:

1. su propia variancia; y
2. su relación con todos los demás proyectos, expresada por su covariancia con los mismos.

Arrow y Lind (1970) tratan el problema de incertidumbre en las inversiones públicas dentro de un enfoque de preferencias de tiempo-estado. Suponiendo la existencia de mercados perfectos de seguro, e independencia entre los beneficios de cualquier inversión y los demás componentes del ingreso nacional, demuestran que el valor actual de la inversión es igual a la suma de los valores esperados descontados a una tasa apropiada para inversiones que proporcionen retornos ciertos (libres de riesgo). Sin embargo, estos autores reconocen que el resultado mencionado es solamente de interés teórico, por cuanto muchos mercados para derechos dependientes de la concreción de determinados estados del universo, simplemente no existen. Aún más, hay fuerte evidencia de que los mercados de capitales existentes no son perfectos. Por lo tanto, afirman, es improbable que la distribución de los riesgos y los patrones de inversión serán óptimos en el sentido Pareto.

Dada la ausencia de algunos mercados de seguros, la imperfección de los existentes, y la resultante asignación sup-óptima de riesgos, Arrow y Lind sostienen luego que las preferencias individuales son relevantes para las decisiones de inversión pública, y que las decisiones del gobierno deberían reflejar las valuaciones individuales de los costos y los beneficios. Argumentando que el gobierno distribuye los riesgos asociados con cualquier inversión entre un elevado número de personas, afirman probar que, cuando los riesgos asociados con una inversión pública son soportados por el público, el costo total de afrontar tales riesgos es insignificante, de manera que el gobierno debería ignorar la incertidumbre en la evaluación de las inversiones públicas. Para esta prueba ellos suponen que:

1. El gobierno emprende una inversión y se apropia de todos los beneficios y paga todos los costos, es decir, los beneficiarios pagan al go-

bierno una suma igual a los beneficios recibidos, y el gobierno absorbe todos los costos.

2. En un año dado, el gobierno deberá tener un presupuesto balanceado o un déficit o superávit planeado, de manera tal que los impuestos se reducirían por el importe de los beneficios netos (o se aumentarían si los beneficios son negativos).
3. Todos los individuos son idénticos en cuanto a que tienen las mismas preferencias y sus ingresos disponibles son variables aleatorias idénticamente distribuidas, llamadas A .
4. Los retornos de las inversiones, también aleatorios, son independientes de A .
5. Cada contribuyente tributa la misma tasa de impuestos.
6. Existe solamente un bien, y la utilidad para cada individuo en un año dado es función de su ingreso definido en términos de este bien. Esta función utilitaria es limitada, continua, estrictamente creciente, diferenciable, y satisface las condiciones del teorema de utilidad esperada.

Los autores señalan que los supuestos acerca de la igualdad de todos los contribuyentes no son esenciales al argumento, aun cuando simplifican su presentación. El punto central de su argumento es que a medida que el número de contribuyentes se acrecienta, la proporción de la inversión que le corresponde a cada individuo se hace arbitrariamente pequeña. Esto puede ser cierto cuando se considera una inversión aislada. Sin embargo, el monto total de la inversión pública en un período dado no es una fracción despreciable del ingreso nacional, y es por lo tanto dudoso que cualquier contribuyente que no sea amante de los riesgos estará complacido por una política de inversiones que no tome en cuenta el riesgo en forma apropiada.

Otro punto abierto a la discusión es si los retornos de un proyecto dado pueden suponerse independientes de los otros componentes del ingreso nacional. En opinión del autor, ese no es generalmente el caso. En efecto, la metodología propuesta en otro trabajo (Salomon, 1970) intenta evaluar la interdependencia entre proyectos.

Un comentario final es que Arrow y Lind suponen que todos los beneficios y costos son soportados por el gobierno. Ellos mismos lo reconocen en la parte final de su trabajo y concluyen proponiendo un tratamiento diferente con respecto a la incertidumbre para distintas corrientes de beneficios y costos. Proponen que se efectúe una distinción no sólo entre los beneficios y costos que ocurren directamente a individuos, sino también entre los individuos cuyos beneficios netos son negativos y aquellos cuyos beneficios son positivos. Si bien estas consideraciones finales pueden ser válidas, los trabajos empíricos existentes son mucho más modestos y tratan la incertidumbre en forma agregada. Su desagregación queda como un desafío para futuros desarrollos y refinamientos en el área.

BIBLIOGRAFIA

- ARROW, K. J., "Le Rôle des Valeurs Boursières pour la Répartition la Meilleure des Risques", trabajo leído originalmente en el Colloque sur les Fondements et Applications de la Théorie du Risk en Econometrie del Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris (Mayo 13, 1952). Publicado en francés en las actas del coloquio, bajo el título "Econometrie" (1953). Versión inglesa titulada "The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-bearing", *Review of Economic Studies*, XXXI (1963-64).
- ARROW, K. J. y LIND, R. C., "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions", *American Economic Review*, LX, N.º 3 (June 1970), 364-378.
- BAUMOL, W. J., "On the Social Rate of Discount", *American Economic Review*, XXXVIII, N.º 5 (September 1968), 788-802.
- BERNOULLI, D., "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk", *Econometrica*, 22, N.º 1 (January 1954) 23-36. Traducido del latín, Papers of the Imperial Academy of Sciences in Petersburg, V, N.º 1738, 175-192.
- CHEN, H. Y., "Valuation under Uncertainty", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, II (September 1967), 313-325.
- COHEN, K. J. y POGUE, J. A. "An Empirical Evaluation of Alternative Portfolio-Selection Models", *The Journal of Business* (April 1967), 186-193.
- DEBREU, G., *Theory of Value*. New York: Wiley, 1959.
- DYCKMAN, T. R. y SALOMON, R., "Empirical Utility Functions and Random Devices: An Experiment", *Journal of Decision Science* (Spring 1971).
- ECKSTEIN, O., *Water Resource Development, The Economics of Project Evaluation*. Cambridge: Harvard University Press, 1958. Los números de páginas citadas en el texto corresponden a la cuarta edición, 1968.
- FRIEDMAN, M. y SAVAGE, L. J., "The Utility Analysis of Choices Involving Risk", *Journal of Political Economy*, LVI, N.º 4 (August 1948), 279-304. Reproducido en Archer and D'Ambrosio (eds.), *The Theory of Business Finance*. New York: MacMillan, 1967. Los números de páginas citados en el texto corresponden a esta última versión.
- HASTIE, K. L., "The Determination of Optimal Investment Policy", *Management Science* (August 1967).
- HERTZ, D., "Risk Analysis in Capital Investment", *Harvard Business Review* (January-February 1964), 95-106.
- HILLIER, F. S., "The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments", *Management Science* (April 1963), 443-457.
- HIRSHLEIFER, J., "On the Theory of Optimal Investment Decision", *Journal of Political Economy*, LXVI, N.º 4 (August 1958), 329-352.
- HIRSHLEIFER, J., "Efficient Allocation of Capital in an Uncertain World", *American Economic Review*, Proc., LIV (May 1964), 77-85.
- HIRSHLEIFER, J., "Investment Decision Under Uncertainty: Choice-Theoretic Approaches", *Quarterly Journal of Economics*, LXXIX, N.º 4 (November 1965), 509-536.
- HIRSHLEIFER, J., "Investment Decision Under Uncertainty: Application of the State-Preference Approach", *Quarterly Journal of Economics*, LXXX (May 1966), 252-277.
- KNIGHT, F. H., *Risk Uncertainty and Profit* (1921), reproducido por Augustus M. Kelley. New York: Sentry Press, 1964.
- LUCE, R. D. y RAIFFA, H., *Games and Decisions*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1957.
- MARKOWITZ, H. M., "Portfolio Selection", *The Journal of Finance* (March 1952), 77-91
- McKEAN, R. N., *Efficiency in Government Through Systems Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1958.
- MODIGLIANI, F. y MILLER, M. H., "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment", *American Economic Review*, LXVIII, N.º 3 (June 1958), 261-297.

- ROBICHEK, A. A. y MYERS, S. C., "Conceptual Problems in the Use of Risk-Adjusted Discount Rates", *Journal of Finance*, XXI (December 1966), 727-730.
- ROBICHEK, A. A. y MYERS, S. C., "Valuation under Uncertainty: Comment", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, III (December 1968), 479-483.
- SALOMON, R., "Evaluación del riesgo y la incertidumbre en los proyectos e inversiones públicas", Documento de Trabajo N.º 3, CIAP, Instituto T. Di Tella, Buenos Aires, Septiembre 1970.
- SAMUELSON, P. "Principles of Efficiency-Discussion", *American Economic Review*, Proc., LIV (May 1964), 93-96.
- SHARPE, W. F., "A Simplified Model for Portfolio Analysis", *Management Science* (January 1963), 277-293.
- SHARPE, W. F., "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *Journal of Finance*, XIX, N.º 3 (September 1964), 425-442.
- STONE, B. K., *Risk, Return and Equilibrium*, Cambridge: M.I.T. Press, 1970.
- VICKREY, W., "Principles of Efficiency-Discussion", *American Economic Review*, Proc., LIV (May 1964), 88-92.
- VON NEUMANN, J. y MORGENSTERN, P., *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, N. J.: Princeton University Press. 1st ed., 1944; 2nd ed., 1947.

EL RIESGO EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN: SU TRATAMIENTO EN LA LITERATURA ECONÓMICA

Resumen

El propósito de este trabajo es realizar una breve revisión de la evolución y estado actual del pensamiento económico en cuanto al riesgo en los proyectos de inversión. En primer lugar, se examinarán una serie de enfoques cuyo propósito ha sido la explicación del comportamiento observado ante situaciones de riesgo, y/o proporcionar algunas reglas normativas para la toma de decisiones ante esas situaciones. Seguidamente, se analizarán dos métodos alternativos para la estimación empírica del riesgo. Finalmente, se prestará especial atención al discutido problema de la relevancia del riesgo para los proyectos de inversiones públicas.

RISK IN INVESTMENT PROJECTS. ITS TREATMENT IN THE ECONOMIC LITERATURE

Summary

The purpose of this paper is to make a brief review of the evolution and current state of economic thought on the problem of risk in investment projects. First, attention will be focused on a series of approaches whose aim has been the rationalization of observed behavior toward risk, and/or to provide some normative rules for risky choices. Then, two alternative methods for empirical estimation of risk will be analyzed. Finally special attention will be given to the controversial problem of relevance of risk for public investment projects.