



Rodolfo Páez

Licenciado en Economía (UBA), Magister en Dirección de Empresas, MBA (Escuela de Dirección de Negocios UADE), Director del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas y de la Carrera de Comercio Internacional de la UdeMM.

Tasa social de descuento para la Argentina en proyectos ambientales de muy largo plazo

Resumen

En el análisis costo - beneficio, de aplicación en la evaluación de proyectos de inversión pública, se requiere disponer de una Tasa Social de Descuento. Una definición única apropiada de esta tasa es uno de los problemas aún no resueltos en la literatura sobre evaluación de proyectos. Las opiniones de estudiosos de la Economía son diversas. Algunos optan por la Tasa Social de Preferencia Temporal, otros por el Costo de Oportunidad Social del Capital y ciertos economistas por una Tasa Social de Tipo Sintético que contemple las dos anteriores. Y dentro de estos enfoques, diversas son las expresiones matemático-formales.

Pero, en el caso de proyectos ambientales de inversión de largo o muy largo plazo, surge un nuevo problema cuando estos presentan un perfil de costos y beneficios muy particular: durante un largo tiempo, por ejemplo 30 años o más, sólo se generan costos y recién pasado ese prolongado horizonte surgen los beneficios. Es el caso de los proyectos para solucionar o mitigar los impactos del denominado calentamiento de la atmósfera, invernadero.

La aplicación de una tasa de descuento no apropiada, particularmente alta como la que se suele aplicar corrientemente a los proyectos de inversión en general, podría llevar a rechazar este tipo de proyectos de inversión con el impacto negativo para la sociedad en su conjunto. Al mismo tiempo, surge un problema de tipo moral al preguntarnos: las generaciones presentes pueden decidir, a través del descuento inter-temporal por las generaciones futuras al decidir sobre estos proyectos?. Para solucionar la problemática de tasas sociales de descuento altas y morigerar la duda moral, el arte en la materia, ha propuesto fórmulas que arrojen una tasa baja, de aplicación constante, o tasas decrecientes, de tipo hiperbólico, según el período de maduración (generación de beneficios netos).

La presente investigación, siguiendo los principales desarrollos teóricos que se han llevado a cabo, procura proponer una metodología para la obtención de tasas apropiadas de aplicación a los proyectos ambientales de inversión pública, de muy largo plazo, para la Argentina. A partir de ella,

utilizando estadísticas oficiales de las cuentas nacionales, poblacionales y de precios, para el período 2004-2015, se estiman Tasas Sociales de Preferencia Temporal.

El descuento inter-temporal en la evaluación económica y social de proyectos de inversión pública

El análisis costo-beneficio empleado en la evaluación económica y social de proyectos de inversión pública hace uso del descuento inter-temporal. En tal sentido, un proyecto de inversión queda definido, por lo general como una corriente de Beneficios (B_t) y Costos (C_t) que se distribuyen a lo largo de un horizonte temporal (desde $t = 0$ hasta $t = n$). Su valor actual o presente neto se resume en un único indicador: el Valor Actual o Presente Neto (VPN).

$$VPN(X) = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+X)^t} = \sum_{t=0}^T \delta^t (B_t - C_t) \geq 0 \quad (1)$$

En esta ecuación “X” representa la Tasa Social de Descuento (expresada en tanto por uno) objeto del presente trabajo de investigación, y δ^t el factor de descuento $[1/(1+x)^t]$

La Tasa Social de Descuento refleja en qué medida, desde el punto de vista de una sociedad, un beneficio neto presente es más valioso que el mismo beneficio neto que se obtendrá en el futuro.

Esta expresión, nos permite concluir que, si $VPN > 0$ un proyecto es conveniente para la sociedad en su conjunto, si $VPN = 0$ se está en el límite de su aceptación (proyecto marginal) y si $VPN < 0$ no resulta apropiado para la comunidad.

A su vez permite el ordenamiento de una cartera de proyectos de inversión según su economicidad social, es decir de acuerdo con la magnitud del VPN de cada proyecto componente de esa cartera. Con ello se permite la selección de proyectos, a favor de los de mayor VPN, o la optimización de carteras, con la maximización del VPN de las mismas.

Sobre la Tasa Social de Descuento, se han desarrollado dos teorías alternativas y una tercera, promedio ponderada de ambas:

- Teoría de la Tasa Social de Preferencia Temporal (TSPT)
- Teoría del Costo de Oportunidad Social del Capital (COS)
- Teoría de la Tasa Social de Tipo Sintético (TSTS)

No existe un método perfecto para estimar la tasa social de descuento, sea cual fuere la teoría que se adopte. Al respecto Baumol (1968) sostiene que en la elección de la tasa social de descuento existe una “inevitable indeterminación” como consecuencia de las limitaciones institucionales y la presencia del riesgo, que impiden alcanzar el equilibrio en el que todos los tipos coincidan. La teoría y el método para su cálculo dependerán de la situación económica del país, de la disponibilidad y verosimilitud de los datos disponibles, de la envergadura del proyecto, etc.

Teoría de la Tasa Social de Preferencia Temporal (TSPT)

Según esta teoría existe una función de preferencia social en el tiempo, función que procura reflejar la valoración que la sociedad hace de la deseabilidad relativa del consumo de bienes a lo largo del tiempo.

Al respecto la escuela neoclásica austríaca de Economía, a través de uno de sus representantes, Eugen Böhm-Bawerk (1851-1914), describió lo que para él era la auténtica esencia del capital en el tiempo. A efectos de explicar el surgimiento del interés, señaló tres razones: a) las personas tienden a subestimar los recursos futuros, b) las personas tienden a subestimar las necesidades futuras y, c) los bienes presentes darán

lugar a otros bienes de mayor valor en el futuro. A la luz de estas tres razones, las dos primeras psicológicas y la tercera tecnológica, los individuos tenderán a dar mayor valor a los bienes presentes que a los futuros, aún cuando sean de la misma clase y estén en la misma cantidad. Para inducirles a cambiar los bienes presentes por otros bienes futuros habrá que pagarles un agio o prima que permita igualar el valor de los bienes presentes con el de los bienes futuros. Este agio o prima es el interés. Böhm Bawerk (1851-1914), adopta el concepto clásico de capital –un factor de la producción– y lo enlaza con la teoría de la utilidad marginal, de Karl Menger (1840-1921), otro economista austríaco.

A su vez, John Hicks (1904-1989), premio Nobel de Economía, comenta en su trabajo “Capital and Time, A-Neo-Austrian Theory” (1973): “El concepto de producción como un proceso en el tiempo, con capital –capital contable– como el “Informe” que se hace en el presente acerca del estado de este proceso, no es específicamente “austríaco”. Es el mismo concepto que subyace en la teoría de los economistas clásicos británicos, y es más antiguo todavía –más antiguo incluso que Adam Smith–. Es el típico punto de vista del hombre de negocios, actualmente el punto de vista de los contables, y antiguamente el punto de vista de los comerciantes, tan pronto como empiezan a pensar en sus negocios, para encuadrar sus actividades en un esquema racional”.

“Hay una curiosa evidencia de esto en un sitio donde sorprende hallarla. En un pasaje de la Introducción al Decamerón, escrito en 1360, Bocaccio describe el impacto de las mentes populares de la gran plaga de Florencia, la convicción de que no va a durar mucho. “En vez de procurar los productos futuros de sus ganados y de su tierra y de sus trabajos pasados, dedican todas su atención al consumo de los bienes presentes”. [*Non d'aiutare i futuri delle bestie terre e delle loro passate fatiche, ma di consumare quegli chi si trovavano presenti si sforzavano con ogni ingegno*]. Como puede inferirse, Bocaccio razonaba como comerciante”.

Sobre la base de este comportamiento, los argumentos más utilizados para el uso de una tasa social de preferencia positiva derivada de la función de preferencia social en el tiempo, en la comparación inter-temporal de los costos y beneficios de un proyecto de inversión o de diferentes alternativas de proyectos, son los siguientes:

- Descuento psicológico: originado por la “miopía” de los individuos para observar el futuro y que hace que la satisfacción futura les importe menos que la presente.
- Utilidad marginal social decreciente del consumo a través del tiempo: al incrementarse el consumo per cápita, la satisfacción producida por una unidad de consumo a los individuos actuales es mayor que la satisfacción que producirá el mismo valor de consumo a los individuos futuros, por considerar que las generaciones venideras

disfrutan de un nivel de vida más alto que las presentes.

Pero la consideración de que las generaciones futuras disfrutan de un nivel de vida mayor que las presentes, no siempre se constatará en la realidad.

Incertidumbre: Este argumento ha sido debatido por diversos economistas: Marglin (1963); Weitzman (2001), entre otros.

El individuo se mueve en un mundo en el que se caracteriza por la incertidumbre, y esta puede ser una razón para justificar su preferencia por el presente. Los tipos de incertidumbre que suelen considerarse para el descuento son el argumento del riesgo de muerte y la incertidumbre acerca de la magnitud de los beneficios y costos.

El argumento del riesgo se plantea como una incertidumbre acerca de si un individuo vivirá en una fecha futura. Algunos autores lo usan frecuentemente para justificar el principio de la impaciencia del individuo. Otros estudiosos sostienen, en contrario que este planteamiento ignora que la sociedad es inmortal aunque el individuo no lo sea.

En cuanto a la incertidumbre asociada a la cuantía de los beneficios y costos, una corriente considera que debe ser tratada a través de ajustes en la tasa de descuento. Otra, contrariamente, sostiene que la incertidumbre de este tipo debe ser tratada mediante ajustes en los flujos de beneficios y costos subyacentes.

Weitzman (2001) sostiene que la incertidumbre representa la carencia de un consenso actual acerca de la tasa de descuento correcta para todos los períodos de tiempo.

Las Naciones Unidas, en su obra "Pautas para la Evaluación de Proyectos" propone una fórmula sencilla para estimar la Tasa Social de Preferencia Temporal:

$$TSPT = \left(-\frac{e_y}{e_p} \right) \left(\frac{c-N}{1+N} \right) \quad (2)$$

Donde: e_y = Elasticidad consumo-renta (>0)

e_p = Elasticidad consumo precio, compensada para eliminar el efecto renta (<0)

c = Tasa de crecimiento del consumo a precios constantes

N = Tasa de crecimiento poblacional

Más adelante, y refiriéndonos a los proyectos ambientales de largo plazo, se mostrarán otros desarrollos de TSPT.

Teoría del Costo Social de Oportunidad (CSO)

Los defensores de esta teoría se oponen al empleo de una Tasa Social de Preferencia Temporal. Argumentan que, dado que los recursos de una economía son limitados, una inversión pública implica su no disponibilidad para su empleo en otras alternativas potencialmente posibles en el sector privado. Si en este sector la tasa de rendimiento de una inversión es igual a "r", para que la inversión pública sea conveniente para la sociedad en su conjunto, es decir cumpla con el objetivo de eficiencia económica, debe alcanzar como mínimo ese mismo rendimiento "r". De no ser así, la asignación de los recursos será ineficiente.

Los partidarios de emplear el Costo Social de Oportunidad como tasa de descuento social, no le niegan importancia a la Tasa Social de Preferencia Temporal, particularmente como lo reconocen Arrow (1966, 1970, 1995) y Nichols (1969), como indicador del nivel requerido de inversión. Sin embargo, la despojan de cualquier

relevancia a la hora de determinar la tasa de descuento para inversiones públicas. Para ellos, el Costo Social de Oportunidad es únicamente la tasa de rendimiento de la inversión privada. Presuponen que los fondos para financiar la inversión pública provienen del sector privado y que si dichos fondos no son utilizados en aquella, serían empleados en alternativas de inversión del sector privado.

Una de las formas de estimar la Tasa Social de Descuento mediante el Costo Social de Oportunidad (CSO), según un estudio de Sharma y Mc Gregor (1991), considera a la Productividad Marginal del Capital (PMK) como indicador de dicho costo y lo estima a partir de una función de producción agregada de tipo Cobb-Douglas,

$$Y_t = AK_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2} \quad (3)$$

siendo Y_t la producción agregada, K y L los insumos de capital y trabajo, A una constante. A su vez, los coeficientes β_1 y β_2 manifiestan la elasticidad de la producción en relación con el capital K y el trabajo L , respectivamente. Bajo rendimientos constantes a escala, dicha función es:

$$Y_t = AK_t^{\beta_1} L_t^{1-\beta_1} \quad (4)$$

Una forma alternativa de presentar la función de Cobb-Douglas es hacerla dinámica mediante el agregado del progreso tecnológico:

$$Y_t = AK_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2} e^{c_t T} \quad (5)$$

donde, T significa el tiempo y c_t el término que captura el progreso tecnológico. Si se emplea esta última función, es de esperar que los valores de la PMK sean más bajos debido a que se está agregando un elemento nuevo, el progreso tecnológico. A partir de la

función de Cobb-Douglas, la Productividad Marginal del Capital se obtiene mediante la derivada de la producción respecto del capital:

$$PMK_t = \frac{dY_t}{dK_t} = \beta_1 \frac{Y_t}{K_t} \quad (6)$$

Para superar las imperfecciones del mercado, la PMK, como Tasa Social de Descuento se multiplica por un "Factor de Conversión Estándar" que transforma los precios internos en precios internacionales, obteniéndose así el Costo Social de Oportunidad (CSO):

$$CSO = PMK_t \cdot E \quad (7)$$

Siendo E el "Factor de Conversión Estándar":

$$E = \frac{M+X}{M(1+tm)+X(1-tx)} \quad (8)$$

Donde: "M" son las importaciones (CIF), "X" las exportaciones (FOB), "tm" los impuestos medios a las importaciones "tx" los impuestos medios a las exportaciones (netos de subsidios) El enfoque del Costo Social de Oportunidad del Capital ha sido criticado por omitir posibles efectos sobre el consumo privado al suponer que los fondos disponibles para inversión, tanto pública como privada, son fijos.

Teoría de la Tasa Social de Tipo Sintético (TSTS)

Se parte del supuesto de que la economía se encuentra en una situación en la que el nivel de la inversión es inferior al óptimo de Pareto y que la financiación de la inversión pública se hace detrayendo recursos de la inversión privada y del consumo de los individuos.

Dentro del enfoque de la media ponderada, autores como Habberger (1972), parten de la consideración de tres grandes fuentes de fondos para financiar

proyectos públicos de inversión, las que se computan de una manera ponderada:

- Desplazamiento de inversión privada mediante competencia por fondos en el mercado interno y consecuentes aumentos de la tasa de interés.
- Diferimiento de consumo privado corriente al incrementarse su costo de oportunidad en términos de consumo futuro.
- Financiamiento externo (utilización de ahorro externo).

De esta manera la Tasa Social de Descuento consistiría en una combinación lineal de la Tasa Social de Preferencia Temporal, del Costo Social de Oportunidad marginal del capital y del costo del endeudamiento externo.

Dadas las tres fuentes de financiamiento, la Tasa Social de Descuento se obtiene empleando la siguiente expresión:

$$TSD = \beta K_{ah} + \phi K_{ri} + \alpha K_{cmgx} \quad (9)$$

donde, K_{ah} representa la tasa proveniente del ahorro doméstico (proxy de la tasa de preferencia inter-temporal del consumo); K_{ri} la tasa de rendimiento de la inversión privada (proxy de la productividad marginal del capital); K_{cmgx} el costo marginal del endeudamiento externo para el sector público; y β , ϕ y α los ponderadores que reflejan el origen de los fondos públicos obtenidos. Los ponderadores se calculan a través de las siguientes expresiones que son funciones de las correspondientes elasticidades y las relaciones de las fuentes de financiamiento con el Producto Bruto Interno (PBI):

$$\beta = \frac{\epsilon_{si} S_i}{\epsilon_{si} S_i + \epsilon_{sx} S_x - \mu_i I_p}$$

$$\phi = \frac{-\mu_i I_p}{\epsilon_{si} S_i + \epsilon_{sx} S_x - \mu_i I_p} \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{\epsilon_{sx} S_x}{\epsilon_{si} S_i + \epsilon_{sx} S_x - \mu_i I_p}$$

siendo:

ϵ_{si} = Elasticidad ahorro-tasa de interés doméstica

S_i = Ahorro como porcentaje del PBI

μ_i = Elasticidad inversión-tasa de rendimiento

I_p = Inversión privada como porcentaje del PBI

ϵ_{sx} = Elasticidad ahorro externo-tasa de interés

S_x = Ahorro externo como porcentaje del PBI

$$\beta + \phi + \alpha = 1 \quad (11)$$

Una de las críticas más importantes que recibió este enfoque es que supone que los beneficios obtenidos del proyecto son consumidos inmediatamente, es decir no existe posibilidad de reinversión en el sector privado lo que podría dar lugar a mayores ganancias de bienestar social. Este enfoque sobre-descuenta (subestima) los beneficios del proyecto y sobre-estima, incrementa, cuanto más alejados en el tiempo se generan los beneficios. Por lo tanto el enfoque puede sesgarse en contra de proyectos de largo plazo.

Importancia de la Tasa Social de Descuento

Dos razones principales explican la importancia de la Tasa Social de Descuento:

- Perfil temporal de los costos y beneficios de los proyectos de inversión: cuando los costos y los beneficios se producen en espacios temporales diferentes, la cuantía del Valor Presente Neto queda sujeto a la magnitud de la Tasa Social de Descuento. Como puede observarse en el Cuadro No. 1, una tasa de descuento de mayor magnitud (10% > 1%) favorece a los

proyectos en los que los beneficios se presentan antes que los costos (proyecto C), mientras que penaliza a los proyectos en los que los beneficios se generan con posterioridad a los costos (proyecto A).

Cálculo del VPN (Unidades monetarias) Cuadro No. 1

Proyecto	$B_t - C_t$						$VPN = \sum_0^5 \frac{(B_t - C_t)}{(1 + TSD)^t}$	
	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3	t = 4	t = 5	TSD = 0,01 (1 % anual)	TSD = 0,10 (10 % anual)
Proyecto A	-100	0	0	25	25	100	43,39	-2,06
Proyecto B	-100	30	30	30	30	35	50,34	16,80
Proyecto C	-100	135	0	0	0	0	33,65	22,71

Fuente: *Elaboración propia.*

- Mecánica del descuento: la expresión del Valor Presente Neto (VPN) presentada en la ecuación (1) nos permite observar que el factor de descuento (δ^t) puede representarse matemáticamente como una función exponencial con pendiente decreciente. En el caso del descuento continuo, es decir con intervalos temporales infinitesimales, dicho factor se expresa de la siguiente forma:

$$\delta(X; t) = \exp\left[-\int_0^t X(t) dX\right] \quad (12)$$

Es decir, como una suma, o integral, de todos los posibles valores que adquiere la tasa de descuento en cada momento del tiempo

Si la tasa de descuento (X) es constante esta expresión se simplifica como:

$$\delta(X, t) = \exp[-X, t] \quad (13)$$

O como la utilizamos en el Valor Presente Neto, definiendo el tiempo en intervalos discretos y no continuos:

$$\delta(X, t) = (1 + X)^{-t} \quad (14)$$

cuando los intervalos de tiempo se definen de forma discreta, por ejemplo en años.

El uso de factores de descuento exponenciales hace que la valoración implícita asociada a eventos futuros sea menor que la valoración atribuida a eventos presentes. Cuando la tasa de descuento (X) está fija, el factor de descuento se hace más pequeño a medida que el tiempo (t) es mayor.

$$\frac{d}{dt} \{\delta(X; t)\} = -(1 + X)^{-t} = -\delta^t < 0 \quad (15)$$

Esta expresión negativa en términos económicos se interpreta como que el futuro tiene menor valor para la sociedad actual cuanto más alejado está el mismo es decir, el período de tiempo “ t ” respecto del período inicial (0). El descuento exponencial pondera con mayor intensidad los beneficios “ B_t ” y costos “ C_t ” que se generan en períodos más cercanos al período de referencia. Cuánto más alejados de este período los beneficios y costos se hacen menos importantes. Podríamos decir que el futuro importa cada vez menos hasta el punto límite en que carece totalmente de importancia.

$$\begin{aligned} \limite \delta (X; t) &= 0 \\ &\longrightarrow \infty \end{aligned} \quad (16)$$

Otra implicancia del descuento exponencial es que cuando lo que se mantiene constante es el tiempo “t” y lo que varía es la tasa de descuento “X”, el factor de descuento decrece nuevamente (y viceversa) a medida que la misma crece. Esto es debido a que la pendiente de la función (12) resulta también negativa.

$$\frac{d}{dx} \{\delta(X; t)\} = -t(1 + X)^{-t-1} = -\frac{t}{(1+X)} \delta^t < 0 \quad (17)$$

Este nuevo resultado, también merece una interpretación económica: en términos de equidad la aplicación de una tasa social de descuento elevada favorece a aquellos proyectos de inversión cuyos beneficios sociales netos ($B_t - C_t$) se concentran más cercanamente del momento inicial (momento 0), en perjuicio de aquellos que lo hacen más lejanamente. Por otra parte, dado que los cambios de gradiente son pequeños (puede comprobarse a través de las segundas derivadas), si los proyectos de inversión tienen un horizonte de duración (T) relativamente corto, la aplicación de una tasa social de descuento “X” resulta menos importante. Cuanto mayor sea “T” mayor importancia adquiere la tasa social de descuento que se aplique.

En el Cuadro No. 2 se presentan algunas tasas de descuento que se aplicaron en diversos países. En el Cuadro se menciona para la Argentina la última Resolución de la Secretaría de Programación Económica del Ministerio de Economía, del año 1996. A través de ella, se fijó una Tasa Social de Descuento del 12 % anual. Con anterioridad se conocieron otras decisiones al respecto: en el año 1970 del Consejo Nacional de Desarrollo, CONADE), y en el año 1982, a través de una Resolución Conjunta del Ministerio de Economía y del Ministerio de Planeamiento. En el primer caso, se estableció una tasa del 10 % anual y en el segundo, del 12 % anual aconsejándose una sensibilidad del 15 % anual. En general, se siguieron las propuestas de tasa indicadas por Instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o el Banco Mundial.

La Tasa Social de Descuento en los proyectos ambientales de muy largo plazo

La metodología del costo-beneficio pierde gran parte de su precisión cuando se la emplea para evaluar proyectos ambientales, particularmente de muy largo plazo. A la evaluación se le presentan una serie de problemas.

El primero de ellos es que los proyectos ambientales generan externalidades cuya valoración no tiene precio de mercado. Las externalidades se producen cuando se cumplen dos condiciones: *a*) la actividad derivada de los proyectos afecta los niveles de bienestar de otros agentes fuera de ella y, *b*) los efectos no tienen asignado un precio de mercado en el caso de implicar un beneficio, ni un costo en caso de ser negativos. Pero a estos dos problemas, se le agrega un tercero cuando los proyectos de inversión se dirigen a abordar un conjunto restringido de cuestiones ambientales como el del calentamiento de la atmósfera, la diversidad biológica y el agotamiento de los recursos: la Tasa Social de Descuento.

Mientras que la mayoría de los problemas ambientales como la contaminación del agua, la lluvia ácida o las emisiones de bióxido de azufre se mitigan rápidamente o en un plazo bastante corto cuando se limpia la fuente, impactos ambientales como, por ejemplo, el provocado por el calentamiento de la atmósfera permanecen durante siglos. Además, esta externalidad es verdaderamente de naturaleza global porque los gases de efecto invernadero se desplazan por todo el mundo. La presencia de CO_2 en la atmósfera genera una retención de calor gracias a la cual la temperatura resulta suficientemente elevada como para mantener diversas formas de vida actuales que han evolucionado en unas determinadas condiciones climáticas. Sin embargo, la expulsión antropogénica de CO_2 y otros gases está provocando un aumento de dicha concentración además de, según la mayoría de los científicos, cambios tendenciales en el clima que generan consecuencias muy negativas. El principal gas de efecto invernadero, pero no el único, es el CO_2 cuya principal fuente es la quema de combustibles fósiles. Otro gas que también contribuye de forma importante es el metano $[(\text{CH}_4)]$, cuyas fuentes de emisión son más diversas: ciertos cultivos, el ganado, los vertederos de residuos, entre otras.

Ejemplos de Tasas Sociales de Descuento - Cuadro No. 2

País	TSD (%)	Referencias
Argentina	12,00	Resolución No. 110/96 de la Secretaría de Programación Económica (1996). Derogada en 1997.
Bolivia	12,67	Resolución ministerial No. 159, La Paz, 22 de Septiembre 2006.
Chile	10,00	Precios Sociales para la Evaluación de proyectos SEBI, 2005.
Colombia	12,00	Preguntas Frecuentes No. 15 en el sitio de DNP.
México	16,29 – 21,57	El Costo de Oportunidad de los Fondos públicos y la Tasa Social de Descuento. Héctor Cervini Iturre.
Perú	14,00	Anexo SNIP 09: Parámetros de Evaluación. La Tasa Social de descuento. Informe Final.
Uruguay	12,00	Los Parámetros Nacionales de Cuenta en el Uruguay. Presidencia de la República. Oficina de Planeamiento y Presupuesto (1986).
España	4,50	Tasas de Descuento para la Evaluación de Inversiones Públicas: Estimaciones para España. Guadalupe Souto Nieves (2003).
Rumania	5,00	Ficha Informativa ISPA. Medida No. 2002 RO 16 P PE 024.
Francia	8,00	A Social Discount Rate for France. David Evans. Applied Economics Letters. 2004.
Japón	5,00	Social Discount Rates for Six Major Countries. David Evans, Haluk Sezer. Applied Economics Letters. 2004.

Fuente: Eduardo Aldunate. ILPES-CEPAL.

Los efectos de estos gases dependen de su concentración, es decir de su stock en la atmósfera. Luego, el resultado inmediato de los esfuerzos para reducir las emisiones será muy pequeño. Para ello, se han de requerir esfuerzos sostenidos en el tiempo, cuyos resultados se harán visibles en plazos muy largos, no inferiores a 50 años.

Supongamos un proyecto de inversión destinado a mitigar el efecto invernadero. Un proyecto de inversión como este, presentará un perfil temporal distinto para los costos y los beneficios: primero se generarán los costos y posteriormente los beneficios, estos últimos no antes de los 50 años. Entonces, la longitud temporal entre los costos y los beneficios hace que la elección de la tasa social de descuento sea especialmente importante.

Uno de los primeros que se ocupó de este problema fue Arrow (1995). Este estudioso, reflejó la importancia de la elección de la tasa social de descuento a través del ejemplo de un proyecto de inversión pública que genera beneficios sólo a partir de los cincuenta años. Si la tasa de descuento es del 10 % anual, el valor presente de un dólar sería menor que un centavo. Esto haría que nadie tome con seriedad una política de reducir las emisiones de efecto invernadero, salvo que se esté próximo a una catástrofe.

Refiriéndose a las alternativas de política para enfrentar el cambio climático Arrow (1995) sostuvo que “las mismas son tres: *a*) reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, *b*) mitigarlas (por ejemplo, construir diques para contrarrestar el aumento del nivel de los mares y los ríos), o *c*) adaptarse a ellas (por ejemplo, cambiar los métodos de producción, especialmente en la agricultura). Si se elige una de las dos últimas alternativas, los tiempos de maduración son similares a los de un proyecto de inversión típico y la tasa social de descuento debe ser por lo tanto, la misma. Si se elige la primera alternativa, debe tenerse en cuenta que el efecto de los gases con efecto invernadero dependen de su concentración, es decir de su stock en la atmósfera y que, por lo tanto el resultado inmediato de cualquier esfuerzo para reducir las emisiones resultará muy pequeño. Para reducir la concentración se requerirá de esfuerzos sostenidos en el tiempo, cuyos efectos serán visibles en plazos muy largos no menores de 50 años. Esta longitud de tiempo entre los costos y los beneficios hace que la elección de la tasa social de descuento sea especialmente importante”.

Pero, un perfil como el de este tipo de proyecto plantea otros problemas a resolver a través del valor de la Tasa Social de Descuento:

- La Tasa Social de Descuento determina en cierta manera la valoración relativa que se hace respecto del bienestar económico de infinitas generaciones futuras. Cuando la tasa es cero, todas las generaciones futuras son tratadas simétricamente en relación

a la contemporánea. Cuando su valor es positivo, la ponderación que se adjudica al bienestar de las mismas es reducido o descontado en relación de las generaciones presentes.

Para ciertos economistas, como Ramsey (1928) promulgan la no utilización de Tasas Sociales de Descuento positivas, por fundamentos de índole ético. Según Ramsey (1928), descontar utilidades futuras resulta éticamente indefendible, pues todos los individuos, incluidos los de generaciones futuras, deben ser valorados de igual manera.

La inequidad derivada del uso de Tasas Sociales de Descuento positivas, se presenta, por otra parte, de la imposibilidad de futuras generaciones de participar en la toma de decisiones del presente. Contrariamente a esta posición, otros autores como Arrow (1995), se plantean diversos argumentos de naturaleza económica y financiera en favor del empleo de Tasas Sociales de Descuento positivas:

1. Preferencia temporal pura o “miope” de los agentes: prefieren obtener utilidad “lo más rápido posible”.
2. Grado de aversión al riesgo: a medida que nos alejamos en el tiempo se incrementa la incertidumbre y una de sus manifestaciones de mayor atención, el riesgo y, como consecuencia los individuos prefieren el consumo presente al futuro.
3. Rentabilidad del capital: frente a proyectos alternativos o carteras de proyectos bajo racionamiento de fondos presupuestarios, se hace necesario seleccionarlos a los efectos de la optimización de eficiencia económica.
4. Resultados en modelos dinámicos: el no descuento futuro podría conducir, en el marco de modelos de optimización dinámica, a resultados paradójicos o inverosímiles en los que se obtienen tasas óptimas de ahorro demasiado elevadas

en relación con las observadas empíricamente.

A estos argumentos, se agrega una concepción de la ética distinta de la de quienes niegan el uso de Tasas Sociales de Descuento positivas: una posición de la equidad inter-generacional basada en la suposición de que las futuras generaciones serán más ricas que las presentes y, por lo tanto, estas deberán compensar dicha inequidad consumiendo más e invirtiendo menos.

- Si se acepta la utilización de Tasas Sociales de Descuento positivas, debería asimismo discutirse su nivel. La magnitud de esta tasa conduce inexorablemente a imponer un cierto ordenamiento temporal de las preferencias sociales. Si se adopta una Tasa Social de Descuento baja, ello significa imponer criterios laxos de descuento, es decir un reducido castigo de los flujos de Beneficios Netos de un proyecto concentrados en el largo plazo, incrementándose las posibilidades de obtener un Valor Presente Neto positivo. Esta postura en relación con la tasa puede conducir a aceptar proyectos ineficientes. El uso de Tasas Sociales de Descuento bajas significa asumir que los recursos que se invierten en los proyectos que la utilizan no arrojarían una utilidad social elevada si son aplicados a proyectos alternativos. Por el contrario, utilizar Tasas Sociales de Descuento altas significa suponer que los recursos que se invierten en los proyectos que las emplean arrojarían una elevada utilidad frente a la de su aplicación en proyectos alternativos. Con ello se reduce la ponderación de los flujos de Beneficios Netos concentrados en el largo plazo, disminuyendo la posibilidad de obtener un Valor Presente Neto positivo. En el caso de proyectos de inversión medioambientales de muy largo plazo como sería el caso de uno forestal para capturar el CO₂, una Tasa Social de Descuento alta

implica desestimar los beneficios que reportará en futuras generaciones.

Tasa Social de Preferencia Temporal constante. Enfoque exponencial

Se han desarrollado diversas fórmulas para estimar la Tasa Social de Preferencia en el Tiempo constante. La más utilizada surge de los trabajos de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1965):

$$TSD = \rho + \theta g \quad (18)$$

Representando con:

ρ = Tasa pura de preferencia por el tiempo

θ = Elasticidad de la utilidad marginal del consumo

g = Tasa de crecimiento del consumo per cápita

De esta manera, la Tasa Social de Descuento (TSD) describe los trade-off entre consumo presente y consumo futuro como la suma de dos componentes: El primer componente (ρ) refleja la impaciencia de la sociedad por el consumo inmediato. El segundo componente, elasticidad de la utilidad marginal por el consumo per cápita (θg) mide la tasa de cambio en el tiempo de la elasticidad marginal del consumo, la caída total de la utilidad marginal del consumo. Schelling (1995), señala que este término mide la reticencia de la sociedad a transferir recursos hacia períodos futuros donde la productividad habrá de ser mayor. A su vez Pearce (2003) expresa que este término contempla la “aversión de los individuos hacia la fluctuación de su ingreso”.

Algunos autores, como Pearce y Ulph (1995) dividen el primer componente (ρ) en dos: la tasa “pura” o “miope” de preferencia por el tiempo (μ), es decir la tasa a la cual descontamos la utilidad de los individuos del futuro por

el simple hecho de que la misma se genera más tarde, sin contemplar las penalidades futuras que se derivarán de robar al mañana para disfrutar más hoy; y el aumento o disminución en el riesgo de vida (ω) o probabilidad de morir. La expresión (18) quedaría:

$$TSPT = (\mu + \omega) + \theta g \quad (19)$$

A su vez, Kula (1984), quien también considera la probabilidad de muerte en la tasa social de descuento, presenta una expresión de la misma como la siguiente:

$$TSPT = \frac{(1+g)^{-\theta}}{\pi} \quad (20)$$

siendo: “g” la tasa de crecimiento del consumo, “ θ ” la elasticidad de la utilidad marginal y “ π ” la probabilidad de supervivencia de vivir o de morir. La probabilidad de supervivencia es calculada para períodos de cinco años y se utiliza la media aritmética de todos los resultados. Por ejemplo:

$$\pi = 1 - \frac{\text{Número de fallecidos en el período "t"}}{\text{Población Total en el período "t"}} \quad (21)$$

Otros autores, consideran directamente la tasa de mortalidad. Con relación a la “tasa pura o miope”, Cline (1993) sostiene que “entre los economistas hay una fuerte tradición de fijar esta preferencia en cero, especialmente para las comparaciones entre la generación actual y las futuras generaciones, que no pueden participar en las decisiones del presente. La distancia emocional no justifica una preferencia pura en el tiempo, ya que ello invitaría a infligir perjuicios a otros tan sólo porque no se trata de nosotros mismos. Tampoco las tasas de interés más altas sobre los depósitos de los consumidores constituyen una prueba empírica de preferencia pura en el tiempo; normalmente, los prestatarios netos esperan que sus ingresos aumenten, de modo que su tasa de actualización se basa en previsiones de una utilidad marginal del consumo más baja en el futuro”. Al igual que Cline (1993), Ramsey (1928), Harrod (1989), Price (1989), entre otros han criticado el considerar una “tasa pura o miope” positiva.

En cuanto a la probabilidad de morir, hace referencia a la tasa de crecimiento de las probabilidades de vida de los individuos. Si las probabilidades de vida de los individuos aumentan la tasa de riesgo se reduce, mientras que si las probabilidades de vida se reducen, los individuos querrán descontar más fuertemente los valores futuros ya que están sujetos a mayor riesgo. Desde el punto de vista del individuo es evidente que la misma influye en su toma de decisiones

entre consumo presente y consumo futuro, y por lo tanto en la tasa social de descuento que se considere. Pero, desde el enfoque social tal argumento resulta discutible. En tal sentido, Marglin (1963) sostiene que la sociedad es inmortal y en consecuencia no debería considerarse la probabilidad de morir en la tasa de descuento.

En lo que se refiere a la tasa de crecimiento del consumo “g”, Kula (2004) la calcula mediante la siguiente regresión:

$$\log C = k + gt \quad (22)$$

donde “C” es el consumo per cápita, “k” una constante y “t” el tiempo.

Respecto de la elasticidad de la utilidad marginal del consumo “e”, para su estimación Kula (2004) recurre a un modelo desarrollado por Fisher (1927) y más tarde empleado por Fellner (1967) en el que se parte de una función de utilidad individual definida sobre dos tipos de bienes, los alimentos y el resto de los bienes de consumo, definiendo:

$$\theta = \frac{e_1}{e^*_2} \quad (23)$$

siendo e_1 la elasticidad consumo-renta de alimentos y e^*_2 la elasticidad consumo-precio compensada de alimentos. Esta se obtiene eliminando el efecto renta. Para ello, primero se calcula la elasticidad consumo-precio no compensada de alimentos “ e_2 ” y luego se le resta el producto de la proporción presupuestada en alimentos por el individuo “ σ ” y la elasticidad consumo-renta de alimentos “ e_1 ”, es decir:

$$e^*_2 = e_2 - \sigma e_1 \quad (24)$$

Posteriormente, Kula (2004) en “Estimation of Social Rate of Interest for India”, para determinar la elasticidad de la utilidad marginal del consumo emplea la siguiente expresión:

$$\theta = b \frac{e_1}{e_2} \quad (25)$$

Siendo, “b” la proporción media de gastar dinero en bienes no alimenticios (o propensión media a consumir dichos bienes).

Estas elasticidades, Kula las obtiene a partir de la solución logarítmica de la siguiente ecuación:

$$C_A = c(Y)^{e_1} (P_A/P_R)^{e_2} \quad (26)$$

Donde: C_A es el consumo de alimentos, Y el ingreso o renta

disponible y p_A/p_R el índice de precios relativos de los alimentos con respecto al resto de los bienes de consumo. Algunos resultados empíricos pueden observarse en el Cuadro No. 3.

Estimación de la Tasa Social de Preferencia Temporal. Cuadro No. 3

País - Autor	g	e	π	TSPT (%)
EEUU (Kula, 1984)	0,023	1,89	99,1	5,3
Canadá (Kula 1984)	0,028	1,56	99,2	5,2
Gran Bretaña (Kula 1988)	0,020	0,70	98,8	2,6
Gran Bretaña (Pearce y Ulph, 1995):				
- Mejor estimación	0,013	0,80	98,7	2,4
- Valor mínimo	0,013	0,70	100,0	0,9
- Valor máximo	0,022	1,50	98,4	5,0
Trinidad y Tobago (Kula, 1986)	0,028	1,83	98,4	6,2
India (Sharma, 1991)	0,015	1,40	---	2,0

Fuente: Kula (1984, 1986, 1988; Pearce y Ulph (1995); Sharma (1991).

Otro estudioso, Feldstein (1964) desarrolló un modelo mediante ecuaciones en tiempo discreto partiendo de una función de utilidad social que, a diferencia de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1965), y otros, no es la suma de las utilidades individuales. La fórmula de Feldstein (1964) no resulta sencilla de comparar con la de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1960). Pero, un desarrollo en tiempo continuo arroja la expresión:

$$TSPT = \rho + \theta g + (1 - w)n \quad (27)$$

donde: w= parámetro que mide el efecto del aumento de la población sobre la utilidad de la sociedad en su conjunto. Feldstein (1972) supone que, la utilidad de la sociedad crece menos que proporcionalmente respecto al aumento poblacional.

n = Tasa de crecimiento de la población

Como puede observarse, la fórmula de Feldstein (1964) mantiene los términos de la expresión de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1960), agregando un tercero. Este tercer término se interpreta como una prima por el malestar

que experimenta la sociedad actual cuando se proyecta que la tasa de crecimiento de la población va a ser mayor.

Si $w = 1$, la utilidad social es igual a la suma de las utilidades individuales y a la generación actual no le interesa la dimensión de las generaciones futuras.

El principal problema a resolver de estas fórmulas es la determinación del valor de sus componentes, particularmente por su dificultad al hacerlo, la tasa de preferencia en el tiempo y la elasticidad de la utilidad marginal del consumo. En el Cuadro No. 4 se presentan algunos valores obtenidos para estas variables en diversos estudios.

Tasa Social de Preferencia temporal variable.

La aplicación del criterio de eficiencia al sustentar una tasa de descuento constante en la expresión exponencial que define el Valor Presente Neto (VPN), considera implícitamente proyectos con efectos e impactos que inciden principalmente en las generaciones actuales. Considera la "equidad intra-generacional" al efectuar un análisis distributivo del ingreso, asignando los beneficios y costos de una manera asimétrica entre los individuos actuales. Pero no tiene en cuenta la "equidad inter-generacional" que se origina en la atribución de beneficios y costos entre individuos de diferentes generaciones.

Para considerar la equidad inter-generacional se ha planteado el enfoque prescriptivo que plantea la utilización de tasas sociales de descuento que decrecen con el tiempo. El uso de una tasa de descuento decreciente se asocia frecuentemente con el descuento hiperbólico.

El modelo más simple de descuento hiperbólico fue propuesto por el psicólogo Mazur (1984), en una ampliación de trabajos previos de Goudin (1982), donde el factor de descuento es una función creciente del tiempo. El factor de descuento para el período "t" resulta:

$$\delta_H(X; t) = \frac{1+X(t-1)}{1+X \cdot t} \quad (28)$$

donde "X" es la tasa social de descuento.

Como puede colegirse, el factor de descuento no es constante, sino una función creciente del tiempo.

Tasa Social de Preferencia Temporal variable. Función Gamma.

Una metodología para el cálculo de tasas decrecientes en el tiempo fue planteada por Weitzman (2001), diseñada para evaluar flujos de largo plazo. Este economista, parte de dos premisas:

- No se ha logrado jamás, ni se lo conseguirá en el corto plazo, un consenso sobre la tasa de descuento que se debe aplicar a proyectos de largo y muy largo plazo.
- La agregación de opiniones o posiciones individuales distintas, se debe efectuar promediando las funciones o factores de descuento y no las tasas de descuento propuestas por quienes son consultados al respecto. Esto puede observarse en el ejemplo del Cuadro No. 5. En el mismo se suponen diez escenarios posibles de tasas de interés, cada uno de ellos con igual probabilidad de ocurrencia. Considerando dichas tasas, para los distintos períodos (años), se calcularon los factores de descuento según las columnas respectivas. A continuación se promediaron aritméticamente los factores y, finalmente, con ello se obtuvieron las tasas de descuento equivalente.

En la función de descuento hiperbólico, la pendiente cae más rápidamente al principio que con posterioridad.

Variables y Parámetros de Ecuaciones de Tasas Sociales de Descuento - Cuadro No 4

Componente	Valor	Fuente
Tasa de preferencia en el tiempo (p)	0 – 0,5 %	Reino Unido. Pearce y Ulph (1995)
	0,5 %	EEE.UU. Azar (2009)
	1,0 %	Francia. Comisariato del Plan (2005)
	1,5 %	Indonesia, Japón, Malasia, Singapur. Zhuang et al. (2007)
	0,9 - 1,0 %	Comisión Europea (2008)
	1,0 %	9 países de América Latina López (2008)
Elasticidad de la utilidad marginal del consumo ()	1,0	EE.UU. Azar (2009)
	1,5	Reino Unido. Pearce y Ulph (1995)
	2,0	Francia. Comisariato del Plan (2005)
	1,3	Indonesia, Japón, Malasia, Singapur. Zhuang et al. (2007)
	1,2 - 1,79	Comisión Europea, países de mayor grado de desarrollo (2008)
	1,12 - 1,68	Comisión Europea, países de menor grado de desarrollo (2008)
Tasa de preferencia pura o “miope” (μ) + + Tasa de sobrevida (ω)	1,1	Honduras
	1,9	Perú
	1,3	Argentina y Chile
	1,5	Bolivia
	1,8	Colombia
		López (2008)
	Autor	μ ω
	Scott (1977)	0,5 1,5
	Scott (1989)	0,3 1,0
	OXERA (2002)	0 - 0,5 1,1 – 1,0
	Stern Review	0,1
	Pearce y Ulph	1,1

Fuente: Elaboración propia.

Tasas de Descuento Equivalentes - Cuadro No. 5

Escenarios de tasas de descuento (r):	Factores de descuento en el año (t):				
	10	50	100	200	500
	1 / (1 + r) ^t				
1 %	0,905	0,608	0,370	0,137	0,007
2 %	0,820	0,372	0,138	0,019	0,000
3 %	0,744	0,228	0,052	0,003	0,000
4 %	0,676	0,141	0,020	0,000	0,000
5 %	0,614	0,087	0,008	0,000	0,000
6 %	0,558	0,054	0,003	0,000	0,000
7 %	0,508	0,034	0,001	0,000	0,000
8 %	0,463	0,021	0,000	0,000	0,000
9 %	0,422	0,013	0,000	0,000	0,000
10 %	0,386	0,009	0,000	0,000	0,000
Factor de descuento promedio	0,610	0,157	0,059	0,001	0,000
Tasa de descuento equivalente: [(1/√Factor) - 1] . 100	5,07 %	3,78 %	2,87 %	2,09 %	1,46 %

Fuente: Elaboración propia en base a Weitzman (2001).

Weitzman (2001, 2010) consideró la incertidumbre sobre el futuro, especialmente en lo que se refiere a las tasas sociales de preferencia temporal. Así, su metodología parte de una encuesta sobre cuál debe ser la tasa social de descuento a aplicar a proyectos de muy largo plazo (como los relacionados con el cambio climático), formulada a 2.800 economistas (respondieron 2.160) con nivel de doctorado de 48 países y de las principales especialidades de la ciencia económica. Incorpora lo que él llama “incertidumbre irreductible” con respecto al análisis costo-beneficio de largo plazo, agregando por medio de una función de probabilidades específica, la función gamma, las opiniones de los economistas consultados.

Así, el Valor Presente de los beneficios netos de un proyecto de inversión se representa con la siguiente expresión:

$$VP = \int_0^{\infty} F(t) Z(t) dt \quad (29)$$

Donde, F(t) es el factor de descuento y Z (t) el beneficio neto en el año “t”.

Si la tasa de descuento es constante, el factor es:

$$F(t) = e^{-\rho t} \quad (30)$$

Para estimar F(t) se supone que:

- El individuo “j” tiene el factor de descuento $F_j(t) = e^{x_j t}$, lo cual significa que la tasa de descuento es constante a nivel individual.
- La variable x_j es una variable aleatoria que se distribuye según la función gamma. De esta manera, la función de frecuencia o densidad de “x” resulta:

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x} \quad (31)$$

donde, los valores α y β de se obtienen a partir de los datos. Este supuesto implica que las tasas de descuento individuales se comportan como si se trataran del resultado de un experimento al azar que sigue la función de distribución gamma.

De todo esto, surge que el Valor Presente Neto de un peso adicional en el momento “t” será:

$$F(t) = \int_0^{\infty} e^{-xt} f(x) dx \quad (32)$$

donde, F(t) es la función de descuento efectiva para el tiempo “t”

Esto resulta equivalente a promediar para todos los individuos el Valor Presente Neto de un proyecto de inversión a las distintas tasas. En otros términos, lo que se promedia entre los individuos no son las tasas de descuento sino las funciones de descuento. Se puede demostrar que:

$$F(t) = \left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^\alpha \quad (33)$$

Y que la tasa de descuento instantánea es:

$$R(t) = -\frac{F'(t)}{F(t)} = \frac{\alpha}{\beta+t} \quad (34)$$

De esta manera, la agregación de las tasas de descuento constantes da origen a una tasa de descuento decreciente en el tiempo.

Como se trata de una función gamma, la media (ϵ) y la varianza (σ_x^2) se encuentran relacionadas con α y β según:

$$\alpha = \frac{\epsilon^2}{\sigma^2}; \quad \beta = \frac{\epsilon}{\sigma^2} \quad (35)$$

La estimación se hace mediante el “método de los momentos” que consiste en calcular la media y la varianza de las tasas de descuento individuales e insertarlas en la fórmula de F(t).

Reemplazando las expresiones (35) en la (34), la función de descuento se puede desarrollar así:

$$F(t) = \frac{1}{(1+t\sigma^2/\varepsilon)\varepsilon^2/\sigma^2} \quad (36)$$

Por otra parte, empleando las ecuaciones (35) y (36) se puede determinar la tasa de descuento efectiva en función de la media y la varianza de las tasas individuales, (ε) y (σ^2) respectivamente.

$$R(t) = \frac{F'(t)}{F(t)} = \frac{\varepsilon}{1 + t\sigma^2/\varepsilon} \quad (37)$$

Los resultados obtenidos por Weitzman (2001) se muestran en el Cuadro No. 6.

Tasa Social de Descuento y Tiempo Cuadro No. 6		
Tasa Social de Descuento. Escala decreciente (recomendación aproximada)		
Escala de años	Período	Tasa Marginal (%)
1 a 5	Futuro inmediato	4
6 a 25	Futuro cercano	3
26 a 75	Futuro mediano	2
76 a 300	Futuro distante	1
301 en adelante	Futuro lejano	0

Fuente: Weitzman M. (2001), "Gamma Discounting", *The American Economic Review*, Vol. 91, No. 1 (Mar. 2001).

Los resultados del análisis mostraron una media de 3,96 % y un desvío estándar de 2,94 % . La tasa de descuento equivalente anual resultó ser del 1,75 % anual. La tasa interanual se obtuvo buscando los momentos del tiempo en que la tasa instantánea es igual a 3, 5 %, 2,5 %, 1,5 % y 0,5 % . Con ello aproximó los valores de la escala de años encontrados y sugirió utilizar las tasas marginales para los distintos tramos. La metodología de Weitzman (2001) ha recibido, como ocurrió con todas las que buscaron una forma de calcular una Tasa Social de Descuento, diversas críticas (Dasgupta (2001); Gollier (2002, 2003)).

Método de Gollier

Gollier (2002, 2003), utilizando una función de utilidad social y analizando un modelo de crecimiento óptimo, sostiene que la tasa social de descuento tiene que ser creciente en el tiempo y que los proyectos de inversión deben ser ordenados de acuerdo a su Valor Futuro Neto (VFN) y no a su Valor Presente Neto.

$$VFN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t)(1 + X)^{n-t} \quad (38)$$

No obstante parecer una contradicción, Weitzman (2001) y Gollier (2002, 2003), ambos resultados son correctos sobre los efectos que genera la incertidumbre sobre la tasa de descuento. Cuanto más alejados en el futuro sean los beneficios netos generados menor es la tasa de descuento a utilizar para calcular el Valor Presente Neto, VPN (Weitzman, 2001, 2010). Cuanto más alejados en el futuro se evalúe un proyecto mayor es la tasa de descuento utilizada para obtener el Valor Futuro Neto, VFN (Gollier, 2002, 2003).

Posteriormente a la crítica de Gollier (2002, 2003) a Weitzman (2001, 2010), en un artículo conjunto coinciden en que cuando los agentes optimizan sus planes de consumo y cuando las probabilidades se ajustan por riesgo, ambos enfoques coinciden, siendo el mensaje a transmitir que la tasa de descuento de largo plazo es decreciente tendiendo a converger en el menor valor posible.

Pero Gollier (2002, 2003), se diferencia de Weitzman (2001, 2010) en el factor a considerar para contemplar la incertidumbre. Mientras el segundo, considera las tasas sociales de preferencia en el tiempo como inciertas, el primero supone inciertas las condiciones económicas futuras. En su análisis Gollier (2002, 2003) empleó tasas de crecimiento regionales dadas por el Modelo de Valoración Integrada FUND 2.8. Este modelo divide el mundo en 16 regiones y asigna a las mismas distintas tasas de crecimiento. En su trabajo, asume estas tasas como inciertas.

Una discusión metodológica respecto de la aplicación de una Tasa Social de Descuento a proyectos y políticas vinculadas con problemas ambientales como el del calentamiento global o efecto invernadero

William Cline (1993), miembro del Institute for International Economics, institución privada sin fines de lucro, con sede en Washington, EE.UU, publicó un libro "The Economics of Global Warming". En su análisis económico sobre el cambio climático considera un marco temporal de 300 años, mucho más extenso que el abarcado por otros estudios, de 80 a 120 años. Sostiene que los responsables de formular políticas públicas tiene a su disposición dos tipos de tasas: la tasa de rentabilidad de las inversiones privadas o Costo de Oportunidad del Capital y la Tasa de Preferencia Social en el Tiempo, es decir el valor que los individuos asignan al consumo presente en vez del futuro.

Afirma que los responsables de formular políticas públicas tiene a su disposición dos tipos de tasas: la tasa de rentabilidad de las inversiones privadas o Costo de Oportunidad del Capital y la Tasa de Preferencia Social en el Tiempo, es decir el valor que los individuos asignan al consumo presente

en vez del futuro. Debido al riesgo de los proyectos, a los impuestos sobre las rentas y a las fallas de mercado, el Costo de Oportunidad suele ser más alto que la Tasa de Preferencia Social en el Tiempo. A su vez, ésta suele ser más baja teniendo en cuenta que las unidades familiares son ahorradoras netas, y por sus ahorros suelen obtener una tasa real libre de riesgo como la de los Bonos del Tesoro.

Señala que los economistas “conservadores” consideran que el Costo de Oportunidad del Capital es el que importa, teniendo en cuenta que existe la opción de que los recursos empleados en una inversión pública sean aplicados en proyectos privados donde se obtendría un rendimiento mayor.

Agrega que, sin embargo, “a lo largo de los dos últimos decenios el análisis tradicional de costo-beneficio se ha ido inclinando a favor de tomar en cuenta ambas tasas.

Muchos economistas, particularmente los ambientalistas, propugnan una tasa de descuento baja especial, a aplicar en proyectos de inversión de largo plazo destinados a proteger el medio ambiente, proyectos que generen costos inmediatos y beneficios dentro de muchas generaciones. Caso contrario, ningún proyecto de este tipo sobrevivirá al análisis costo-beneficio. Sin embargo, Cline sostiene que los proyectos ambientales deben recibir el mismo trato que los demás proyectos. Aclara que sin embargo, si se emplea la metodología adecuada el resultado al menos por lo que respecta al efecto invernadero, será necesariamente una tasa de descuento baja. En su análisis costo-beneficio, Cline (1993) emplea una metodología desarrollada en los años setenta por Arrow, Bradford, Feldstein y Mordechal Kurz (denominado método ABFK). En este enfoque se utiliza un “precio sombra del capital” para convertir todos los efectos de las inversiones públicas, como el desplazamiento de recursos de inversiones alternativas, a equivalentes en consumo. Una vez hecho esto, actualiza el consumo a lo largo del tiempo, incluido el equivalente en consumo de las inversiones desplazadas. Para ello emplea una Tasa Social de Preferencia en el Tiempo correspondiente al consumo, según:

$$\text{TSD} = (\mu + \theta g)\phi + [(\mu + \theta g)k](1 - \phi) \quad (39)$$

Donde: μ = Tasa de Preferencia Social Pura o Miope.
 θ = Elasticidad de la Utilidad Marginal Decreciente del Consumo.
 g = Tasa media de crecimiento del ingreso per cápita.
 ϕ = Factor de ponderación del costo económico de la reducción de las emisiones de carbono sobre el consumo.
 $(1 - \phi)$ = Factor de ponderación del costo económico de la reducción de las emisiones de carbono

sobre la inversión, en términos de consumo.

k = Precio Sombra del Capital. Adopta un valor de 2.

Cline asume los siguientes valores para estas variables y parámetros:

- **Tasa de Preferencia Social Pura o Miope = 0.** Sostiene que sigue la fuerte tradición entre los economistas, particularmente en las comparaciones entre la generación actual y las futuras que no pueden participar en las decisiones del presente.
- **Elasticidad de la Utilidad Marginal Decreciente del Consumo = 1,5.** Se basa en cálculos independientes de William Fellner y Maurice Scott.
- **Tasa Media de Crecimiento del Ingreso per Cápita = 1 %.** A lo largo de los tres últimos siglos.
- **Precio Sombra del Capital = 2 (una unidad de capital vale dos unidades de consumo).** Expresa que este valor resulta coherente con la elasticidad de la utilidad marginal decreciente del consumo, de 1,5, 8 % para la rentabilidad del capital y 15 años de vida útil de las instalaciones físicas.
- **Ponderaciones:** Supone de que la proveniencia de los recursos desplazados hacia la atenuación del efecto invernadero, o de las inversiones o del consumo, es igual a las participaciones de estos agregados en la economía en general: 20 % la inversión y 80 % el consumo:

A partir de estos valores; Cline obtiene una Tasa Social de Descuento de:

$$\text{TSD} = (0 + 1,5 \cdot 1) 0,8 + [(0 + 1,5 \cdot 1) 2] 0,2 = 1,20 + 0,60 = 1,80 \cong 2 \% \quad (40)$$

Nancy Birdsall y Andrew Steer (1993), pertenecientes al Banco Mundial no discuten la metodología ni la fórmula que plantea Cline (1993). Si bien se inclinan por el Costo de Oportunidad del Capital y un tratamiento simétrico a todo tipo de proyecto de inversión, le observan los valores de los parámetros, variables y factores de ponderación que consideró. Si estos fueran otros, la aplicación de la ecuación de Cline arrojaría un valor similar al del Costo de Oportunidad del Capital.

Los economistas del Banco Mundial, sienten preocupación por el hecho de que una tasa de descuento especialmente baja, reducirá la riqueza traspasada a la próxima generación al fomentar proyectos con tasas de rentabilidad inferiores a las de otras inversiones disponibles. Además, esto podría reducir la capacidad o disposición de esa generación para asignar recursos a la protección del medio ambiente.

Modelo para una estimación de la Tasa Social de Descuento de muy largo plazo para la Argentina. Aplicaciones y resultados

Para la determinación de la Tasa Social de Descuento, como Tasa de Preferencia Temporal, para la Argentina seguiremos los siguientes pasos:

- 1) Partimos considerando la fórmula de Ramsey, Cass y Koopmans (1928, 1965, 1965):

$$TSPT = \rho + \theta g \quad (41)$$

en la que (ρ) refleja la tasa de preferencia pura por el tiempo, la impaciencia de la sociedad por el consumo inmediato., θ la elasticidad marginal del consumo y g la tasa de crecimiento del consumo per cápita.

Pero, siguiendo a Pearce y Ulph (1995), desdoblamos el primer término de la expresión anterior, ρ , en dos: la tasa "pura" o "miope" de preferencia por el tiempo (μ), es decir la tasa a la cual descontamos la utilidad de los individuos del futuro por el simple hecho de que la misma se genera más tarde, sin contemplar las penalidades futuras que se derivarán de robar al mañana para disfrutar más hoy; y el aumento o disminución en el riesgo de vida (ω) o probabilidad de morir. La expresión queda:

$$TSPT = (\mu + \omega) + \theta g \quad (42)$$

- 2) A continuación, siguiendo las ideas de Weitzman (1998, 2001, 2010), con la variante de Gollier (2002, 2003) de considerar la incertidumbre en base al futuro desenvolvimiento de la economía argentina (evolución del consumo per cápita) y no en la evolución de las tasas de interés, planteamos tres escenarios posibles para la evolución futura de la tasa de crecimiento del consumo per cápita, uno optimista, uno moderado y otro pesimista.

La evolución de la tasa de crecimiento promedio anual acumulativo del consumo per cápita de la Argentina, cada diez años (excepto 2010 – 2015), desde el año 1930 hasta el 2015, puede observarse en el Cuadro No. 7.

De la observación de los datos del Cuadro No 7 podemos suponer como escenarios posibles de crecimiento promedio anual acumulativo del consumo per cápita: Optimista 5 %, Moderado 3,5 % y Pesimista 1, 0 %.

- 3) El paso siguiente consiste en tomar postura respecto de dos parámetros más de la ecuación de Ransey, Cass y Koopman (1928, 1965, 1965) con la modificación de Pearce y Ulph (1995), Tasa pura o miope de preferencia

en el tiempo y aumento o disminución del riesgo de vida o probabilidad de morir, También debe determinarse el valor de la elasticidad de la utilidad marginal del consumo.

Tasa pura o miope de preferencia en el tiempo (μ): Jevons (1971), Ramsey (1928), Harrod (1989), Price (1989) y Cline (1993) han criticado la existencia de un valor positivo en la tasa de preferencia pura, argumentando hacia un valor cero. Un estudio realizado por López (2008) considera una tasa del 1 % para nueve países de América Latina, entre los cuales figura la Argentina.

Aumento o disminución del riesgo de vida o probabilidad de morir (ω): la tasa de mortalidad de Argentina, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos para el período 2015 - 2040, se proyecta según el Cuadro No. 8.

Evolución del Consumo Privado en la Argentina
Cuadro No. 7

Período (Años)	Consumo per cápita (Millones de \$ de 1963)	Tasa de crecimiento (% promedio anual acumulativo) (x)
1930 - 1940	2.765,58 - 2.937,75	0,60
1940 - 1950	2.937,75 - 3.266,65	1,07
1950 - 1960	3.266,65 - 3.382,03	0,34
1960 - 1970	3.382,03 - 4.543,32	3,00
1970 - 1980	4.543,32 - 4.881,86	0,72
1980 - 1990	4.881,86 - 3.754,37	-2,59
1990 - 2000	3.754,37 - 5.259,20	3,43
2000 - 2010	5.259,20 - 6.180,58	1,63
1930 - 2010	Promedio anual acumulativo	1,02
Consumo per cápita (Millones de \$ de 2004)		
2010 - 2015	11.246,20 - 12.051,79	1,39
1930 - 2015	Promedio anual simple	1,07

Fuente: INDEC. Dirección Nacional de Cuentas Internacionales; Orlando Ferreres, "Dos Siglos de Economía Argentina", Buenos Aires, 2010.

$$(x): g = \sqrt[n-1]{\frac{C_n}{C_0}}$$

La probabilidad de morir, como componente de la Tasa Social de Preferencia en el Tiempo, tal como se ha señalado, también ha sido objeto de posiciones distintas entre los economistas.

Dada la diversidad de opiniones entre los economistas respecto de la tasa pura o miope de preferencia en el

tiempo y, del riesgo de vida, adoptaremos una posición “promedio”: supondremos nula la primera y aceptaremos a la tasa de mortalidad como medida del segundo parámetro. Esta tasa en el período 2015 - 2040, en promedio se estimó en 0,717 %, según Cuadro No. 8.

Tasa de mortalidad de la Argentina Cuadro No. 8

Año	Tasa (miles)	Tasa (%)
1990	8,00	0,800
1995	7,70	0,770
2000	7,50	0,750
2005	7,60	0,760
2010	7,47	0,747
2015	7,14	0,714
2020	6,96	0,696
2025	6,96	0,696
2030	7,07	0,707
2035	7,29	0,729
2040	7,58	0,758

Fuente: INDEC, *Serie Análisis Demográfico*, No. 35, 2013.
Orlando Ferreres, “*Dos Siglos de Economía Argentina*”. 2010.

Elasticidad de la utilidad marginal del consumo (θ):

Considerando los estudios realizados por Fechner (1927) y Frich (1932), Fellner (1967) concluye que la elasticidad de la utilidad marginal del consumo es el cociente entre la elasticidad consumo-ingreso y la elasticidad consumo-precio, de los bienes alimenticios. Luego, Kula (2004) agrega el supuesto de que alimentos y no alimentos son considerados bienes complementarios, con una restricción de homogeneidad, con lo cual el consumo se reparte entre estas dos canastas. Así, para estimar la elasticidad de la utilidad marginal del consumo, acudiremos a una ecuación desarrollada por Kula (2004).

$$C_A = AY_d^{e_1} \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{e_2} \quad (43)$$

donde: C_A = consumo per cápita de alimentos
 Y_d = ingreso disponible per cápita
 $\frac{P_1}{P_2}$ = precios relativos de los alimentos respecto del resto de bienes de consumo
 e_1 = elasticidad consumo-venta de alimentos
 e_2 = elasticidad consumo-precio de los alimentos, no compensada
 A = constante

- Esta ecuación se puede resolver mediante un modelo multilogarítmico, aplicando mínimos cuadrados:

$$\ln C_A = \ln A + e_1 \ln Y_d + e_2 \ln \frac{P_1}{P_2} + \varepsilon \quad (44)$$

Luego, la elasticidad de la utilidad marginal del consumo será:

$$\theta = b \frac{e_1}{e_2} \quad (45)$$

Siendo “b” la proporción media de gastar en bienes no alimenticios (o la propensión media a consumir bienes no alimenticios), y “ e_1 ” y “ e_2 ” las elasticidades consumo ingreso de los alimentos y consumo precio relativo de los alimentos respecto del resto de los bienes.

López (2008) estimó para la Argentina un valor de $\theta = 1,3$

Para resolver la ecuación (50) se ha recurrido a series estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) y de la Dirección de Cuentas Nacionales del Ministerio de Hacienda para dos períodos, 1993 – 2006 y 2004 – 2015. Atentos a la verosimilitud de la información a utilizar, en lo que corresponda, las series estadísticas del primer período se consideraron a precios de 1963 y los del segundo período a precios de 2004:

- Ingreso Nacional Bruto Disponible: se estimó en base a datos del Producto Bruto Interno, de estadísticas sobre ganancia o pérdida del intercambio y datos del Banco Central de la República Argentina sobre remuneraciones netas de factores del exterior y transferencias corrientes netas.
- Gastos en alimentos y en el resto de los bienes de consumo privado: se estimó teniendo en cuenta la Encuesta Nacional de Hogares, obteniendo de ella el porcentaje del gasto en bienes alimenticios y aplicando al Consumo Privado. En el Cuadro No. 9 se detallan los valores considerados de las encuestas de hogares.
- Índices de Precios al Consumidor de bienes alimenticios y no alimenticios: para el período 1993 – 2006 se consideraron datos sobre índices de precios al consumidor del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, recopilados por Orlando Ferreres, y para el período 2004 - 2015 de la Dirección de Estadísticas de la Provincia de San Luis.
- Proyección de la población de la Argentina para el período 2010 - 2040: La información se obtuvo del trabajo publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, “Estimaciones y Proyecciones de Población 2010 - 2040 Total del País”, No. 35, Serie de Análisis Demográfico.

**Composición del Gasto de los
Hogares por Finalidad - Cuadro No. 9**

Finalidad	1996-1997	2004-2005
	(<i>%</i>)	
Alimentos y bebidas	34,01	36,52
Indumentario y calzado	7,72	8,71
Vivienda y servicios básicos	12,78	8,58
Equipamiento y mantenimiento del hogar	6,77	6,84
Atención médica y gastos para la salud	8,58	8,48
Transporte y comunicaciones	13,90	13,73
Esparcimiento	8,03	8,76
Educación	3,71	3,80
Otros servicios	5,01	4,57
TOTAL	100,00	100,00

Fuente: INDEC, Encuestas de Hogares.

Según lo expresado, las series estadísticas para el período analizado (2004 – 2015) son las que se pueden observar en el Cuadro No. 10.

Los resultados obtenidos de las regresiones estadísticas multilogarítmicas son las que se muestran en el Cuadro No. 11.

De dichos los resultados, aplicando la fórmula de Kula, según la ecuación (45), la elasticidad de la utilidad marginal del consumo arrojó los valores que se detallan en el Cuadro No. 12.

4) Luego, aceptadas las posiciones respecto de la tasa de preferencia pura o miope (valor nulo) y del riesgo de vida, (tasa de mortalidad 0,717 %), las hipótesis sobre crecimiento del consumo (Optimista: 5,0 %; Moderado: 3,5 % y Pesimista: 1,0 %), y la elasticidad de la utilidad marginal del consumo (1,26), las Tasas Sociales de Preferencia Temporal estimadas según la expresión (42), son:

$$TSPT = (\mu + \omega) + \theta g$$

Escenario	μ	ω	θ	g	TSPT
Optimista	0	0,717 %	1,26	5,0 %	7,017 % \cong 7,0 %
Moderado	0	0,717 %	1,26	3,5 %	5,127 % \cong 5,0 %
Pesimista	0	0,717 %	1,26	1,0 %	1,977 % \cong 2,0 %

Renta Nacional, Consumo, Población y Precios. Argentina 2004-2015 - Cuadro No. 10

Años	Ingreso Nacional Bruto Disponible (x)	Consumo Privado	Consumo Privado de Alimentos	Población	Ingreso Disponible per cápita	Consumo de Alimentos per cápita	Índices de Precios al Consumidor		
							Alimentos (1)	Resto Bienes (2)	Relación (1)/(2)
							2003 = 100		2004=100
	Millones de \$ de 2004			Miles hab	Millones de \$ de 2004				
2004	454.064	312.082	113.910	38.226	11.878	2.980	112,06	111,53	100,47
2005	499.344	336.597	122.925	38.592	12.939	3.185	124,34	117,51	105,30
2006	547.704	370.299	135.233	38.971	14.054	3.470	135,26	124,94	106,10
2007	606.527	405.650	148.143	39.356	15.411	3.764	177,42	147,81	119,43
2008	631.334	433.397	158.277	39.746	15.884	3.982	217,74	178,89	121,13
2009	593.391	414.347	151.319	40.134	14.785	3.770	259,76	211,40	122,32
2010	654.807	458.716	167.523	40.788	16.054	4.107	365,39	257,48	141,23
2011	695.078	499.341	182.359	41.261	16.846	4.420	445,62	318,89	139,04
2012	687.780	498.404	182.017	41.733	16.480	4.361	552,94	392,82	140,14
2013	703.599	522.064	190.658	42.203	16.672	4.518	745,06	509,93	145,42
2014	685.657	494.946	180.754	42.669	16.068	4.236	1033,33	719,18	143,02
2015	701.907	519.818	189.837	43.132	16.272	4.401	1311,00	973,86	133,97

Propensión Media a consumir bienes no alimenticios

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0,4364	0,4278	0,4292	0,4245	0,4358	0,4433	0,4447	0,4560	0,4600	0,4710	0,4582	0,4701

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. Dirección Provincial de Estadísticas y Censos de la Provincia de San Luis.

5) Finalmente, siguiendo la metodología de Gollier, a partir de las tasas estimadas para cada escenario de futura evolución del consumo, determinamos Tasas de Preferencia Temporal decrecientes en el tiempo, según el Cuadro No. 13.

Los escenarios definidos se pueden observar en las filas del Cuadro. A su vez en las columnas presentamos los períodos de tiempo (años de maduración de los proyectos de inversión), a considerar para el descuento. Cada uno de los elementos del Cuadro se ubican los factores de valor actual correspondiente a la tasa de descuento de la fila correspondiente y al período, años, de la columna respectiva, $1 / (1 + r)^t$. Entonces, procedemos a promediar (bajo el supuesto de igual probabilidad de los escenarios), columna por columna, estos factores de actualización. Con tales promedios, calculamos la Tasa Social de Descuento Equivalente mediante

$$TSD = \left[\left(\frac{1}{\sqrt[t]{Factor}} \right) - 1 \right] \cdot 100 \quad (46)$$

Como puede observarse las tasas decrecen con el aumento en el plazo del tiempo. Las tasas que se obtienen con esta metodología se interpretan como “de largo y muy largo plazo”, se aplican a proyectos cuyo período de maduración es de por lo menos 30 años.

Determinación de Elasticidades del consumo - Cuadro No. 11

Resultados	Coefficientes	Observaciones
Elasticidad consumo-renta de alimentos (e_1):	0,82481	
Elasticidad precio relativa de los alimentos (relativa respecto del resto de los bienes de consumo): (e_2)	0,35345	
Error estándar	0,02260	
Varianza de (e_1)	0,02400	
Varianza de (e_2)	0,01650	
Desvío estándar de (e_1)	0,1549	
Desvío estándar de (e_2)	0,1284	
Coefficientes de determinación y correlación: R^2 $r = \sqrt{R^2}$	0,965 0,982	
$R'^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k}$	0,952	
Pruebas de significación "t" Student: $H_0 \quad e_1 = 0 \quad H_0 \quad e_2 = 0$ $H_a \quad e_1 \neq 0 \quad H_a \quad e_2 \neq 0$ "t" empíricas: "t" teórica: Significación global: "F" de Fisher-Snedecor: "F" empírica "F" teórica	$te_1 = 5,325$ $te_2 = 2,752$ $\pm 2,262$ 124,000 4,256	Nivel de confianza: 95 %. 9 grados de libertad Nivel de confianza 95 % 2 y 9 grados de libertad

Fuente: Elaboración propia

Elasticidades de la Utilidad Marginal del Consumo - Cuadro No. 12

Hipótesis	e_1	e_2	$\theta = b \frac{e_1}{e_2}$
Considerando para "b" la proporción del gasto de las familias en bienes no alimenticios: $b = (1-0,3652) = 0,6348$	0,82481	0,35345	1,48
Considerando para "b" la propensión media a consumir bienes no alimenticios: $b = Cna/Yd = 0,4464$ $Cna =$ Consumo privado de bienes no alimenticios; $Yd =$ Ingreso disponible	0,82481	0,35345	1,04
Elasticidad promedio			1,26

Tasas de Descuento Equivalentes - Cuadro No. 13

Escenarios de tasas de descuento (TSPT):	Factores de descuento en el año (t):				
	30	50	100	150	200
	$1 / (1 / (1 + r))^t$				
7 % (p = 1/3)	0,131	0,034	0,001	0,000	0,000
5 % (p = 1/3)	0,231	0,087	0,008	0,001	0,000
2 % (p = 1/3)	0,552	0,372	0,138	0,051	0,019
Factor de descuento equivalente	0,305	0,164	0,049	0,017	0,006
Tasa de descuento equivalente: $[(\frac{1}{\sqrt[t]{Factor}}) - 1] \cdot 100$	4,04 %	3,68 %	3,06 %	2,75 %	2,59 %

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el Cuadro No. 13 suponen “igual probabilidad de ocurrencia de los escenarios”, es decir 1/3 cada uno de ellos. A los efectos de sensibilizar estos resultados, reforzando el análisis de la incertidumbre, se pueden considerar otras combinaciones posibles de los escenarios. Por ejemplo podemos suponer dos combinaciones más:

- Una, en la que la probabilidad de que el consumo crezca al 5,0 % promedio anual acumulativo sea de 2/3, la probabilidad de que lo haga al 1 % de 1/3, siendo nula la de un crecimiento del 3,5%.
- Otra, en la que la probabilidad de que el consumo crezca al 5 % promedio anual acumulativo sea nula, que la probabilidad de que lo haga al 3,5 % de 2/3 y de 1/3 que observe un crecimiento del 1 %

Con estos supuestos, los resultados se muestran en los Cuadros Nos. 14 y 15.

Tasas de Descuento Equivalentes - Cuadro No. 14

Escenarios de tasas de descuento (TSPT):	Factores de descuento en el año (t):				
	30	50	100	150	200
	$1 / (1 / (1 + r))^t$				
7 % (p = 2/3)	0,131	0,034	0,001	0,000	0,000
5 % (p = 0)	0,231	0,087	0,008	0,001	0,000
2 % (p = 1/3)	0,552	0,372	0,138	0,051	0,019
Factor de descuento equivalente	0,271	0,147	0,047	0,017	0,006
Tasa de descuento equivalente: $[(\frac{1}{\sqrt[t]{Factor}}) - 1] \cdot 100$	4,45 %	3,91 %	3,11 %	2,75 %	2,59 %

Fuente: Elaboración propia.

Tasas de Descuento Equivalentes - Cuadro No. 15

Escenarios de tasas de descuento (TSPT):	Factores de descuento en el año (t):				
	30	50	100	150	200
	$1 / (1 / (1 + r))^t$				
7 % (p = 0)	0,131	0,034	0,001	0,000	0,000
5 % (p = 2/3)	0,231	0,087	0,008	0,001	0,000
2 % (p = 1/3)	0,552	0,372	0,138	0,051	0,019
Factor de descuento equivalente	0,338	0,182	0,051	0,018	0,006
Tasa de descuento equivalente: $[(\frac{1}{\sqrt[t]{Factor}}) - 1] \cdot 100$	3,68 %	3,47 %	3,02 %	2,73 %	2,59 %

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Los estudios sobre la Tasa Social de Descuento han conducido a la discusión de tres enfoques: La Tasa Social de Preferencia Temporal, el Costo de Oportunidad Social del Capital y, una combinación de ambos, una Tasa Social de Tipo Sintético. Los economistas, tras varias décadas de investigación, aún no se han puesto de acuerdo en decidir cuál de estos enfoques resulta relevante para el análisis costo - beneficio. Los tres enfoques han recibido críticas cruzadas respecto de su significado y de su determinación empírica.

No obstante ello, en la práctica del análisis costo - beneficio, la recomendación frecuente considerando el enfoque inter-generacional, se ha volcado hacia la Tasa Social de Preferencia Temporal. Sin embargo, respecto de esta tasa también surgieron variaciones teóricas y discusiones, aún no concluidas, respecto de sus componentes:

- Debe considerarse una tasa de preferencia pura o “miope” que refleje la impaciencia de la sociedad por el consumo presente, descontando la utilidad de los individuos por venir, por el simple hecho de que ella se genera más tarde, sin tener en cuenta, como expresa Cline (1993), “las penalidades futuras que se derivan de robar al mañana para disfrutar hoy?”. Se ha comprobado que este es el comportamiento de los consumidores pero, aun suponiendo que las generaciones futuras tendrán mayor riqueza que las del presente, es moral?. Cómo se calcula la “tasa pura o miope”?.
- Debe incorporarse el riesgo de vida o probabilidad de morir?. La idea es que cuanto mayor es la probabilidad de morir de una persona, más alto es el valor que le da al consumo presente. Desde el punto de vista del individuo resulta evidente que la probabilidad de morir influye en su toma de decisiones entre consumo presente y consumo

futuro, y por tanto en la tasa de descuento que se considere. Pero, dado que la sociedad es inmortal, debemos aceptar este componente?. La tasa social de descuento resume las preferencias de la sociedad por el consumo presente frente al futuro.

En particular, desde el punto de vista ambiental, suelen plantearse argumentos en contra del descuento inter - generacional, particularmente en proyectos de muy largo plazo, como aquellos cuyo objetivo es mitigar o solucionar el llamado efecto invernadero o calentamiento de la atmósfera. Estos proyectos presentan un perfil cuya estructura muestra una extensa corriente de costos (por ejemplo durante 30 años o más) hasta alcanzar su maduración y comenzar a generar beneficios netos. Con una tasa de descuento alta, como la derivada del Costo de Oportunidad Social del Capital o la Tasa Social de Tipo Sintético, tales proyectos nunca podrían aceptarse pues su Valor Presente Neto (VPN) seguramente sería negativo. Luego nunca se desarrollarían y problemáticas como las ambientales de muy largo plazo no se resolverían. Al respecto, se han planteado dos tipos de soluciones: aplicar a tales proyectos una tasa muy baja de descuento o emplear tasas hiperbólicas es decir decrecientes en el tiempo. Diversos estudios empíricos han encontrado que los individuos descuentan a tasas decrecientes en el tiempo, es decir aplicando tasas de descuento anual más altas para los beneficios netos cercanos con respecto a las que afectan a los beneficios netos del futuro más lejano.

En el presente trabajo se ha propuesto una metodología de determinación de una Tasa Social de Preferencia Temporal hiperbólica, de aplicación a proyectos ambientales de muy largo plazo. La metodología resume trabajos teóricos de Ramsey, (1929), Cass (1965), Koopmans (1965), Pearce y Ulph (1995), Weitzman (2001, 2010), Gollier (2002, 2003) y Kula (1984, 2004). En cuanto a la tasa de preferencia pura o miope se la consideró nula, siguiendo la opinión de Harrod (1985) y Cline (1993). En lo que se refiere a la probabilidad de morir se aceptó la variante de Pearce y Ulph (1995) y a tal efecto se consideró la tasa de mortalidad argentina.

Aplicando esta metodología se obtuvieron las siguientes Tasas de Preferencia Temporal, según escenarios estimados de crecimiento promedio anual acumulativo del consumo per cápita:

Escenario	Tasa de crecimiento del consumo per cápita (% anual acumulativo)	Tasa Social de Preferencia Temporal (% anual)
Optimista	5,0	7,0
Moderado	3,5	5,0
Pesimista	1,0	2,0

Luego partiendo de estos resultados se determinaron las siguientes Tasas Sociales de Preferencia Temporal hiperbólicas:

Maduración del Proyecto (años)	Escenarios: Igual probabilidad Tasa Social de Descuento (% anual)	Escenarios: Optimista p = 2/3 Moderado p = 0 Pesimista p = 1/3 Tasa Social de Descuento (% anual)	Escenarios: Optimista p = 0 Moderado p = 2/3 Pesimista p = 1/3 Tasa Social de Descuento (% anual)
30	4,04	4,45	3,68
50	3,68	3,91	3,47
100	3,06	3,11	3,02
150	2,75	2,75	2,73
200	2,59	2,59	2,59

Referencias

- ARROW K. J. (1966), “Discounting and Public Investment Criteria”, en A.V. Kneese and S. C. Smith (ed.) Water Research, Baltimore.
- ARROW K. J. (1970), “Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions”, American Economic Review, 60 (3).
- ARROW K. J. (1995), “Intergenerational Equity and Rate of Discount in Long Term Social Investment”, en IPC Climate Change 1995 Economic and Social Dimensions of Climate, MA, Cambridge University Press.
- BAUMOL W. J. (1968), “On the Social Rate of Discount”, American Economic Review 58 (4).
- BHIRSDALL N. y A. STEER (1993), “El Calentamiento de la Atmósfera: Actuemos ya, pero Sin Falsear las Cifras”, Finanzas y Desarrollo, F.M.I., Marzo 1993.
- BÖHM - BAWERK E. (1950), “The Positive Theory of Capital”, South Holland: Libertarian Press.
- CASS D. (1965) “Optimum Growth in Agregative Model of Capital Accumulation”, Review of Economics Studies 32.
- CAMPOS J.; T. SEREBRINSKY; A. SUÁREZ ALEMÁN (2016), “La Tasa de Descuento Social y Evaluación de Proyectos. Algunas Reflexiones para América Latina y el Caribe”, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.
- CAMPOS J.; T. SEREBRINSKY; A. SUÁREZ ALEMÁN (2015), “Porque el Tiempo Pasa. Evolución Teórica y Práctica en la Determinación de la Tasa Social de descuento”, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C..
- CLINE W. (1993), “Demos una Oportunidad a la Atención del Efecto Invernadero”, Finanzas y Desarrollo, F.M.I., Marzo 1993.

- DASGUPTA P.; AMARTYA SEN; MARGLIN S. (1972), "Pautas para la Evaluación de Proyectos", Naciones Unidas, Nueva York.
- FELDSTEIN, M. S. (1964), "The Social Time Preference Discount Rate and Cost Benefit Analysis", *Economic Journal*, 74 (284).
- FELLNER W. (1967), "Operational Utility: The Teoretical Background and Measurement", en *The Economic Studies in the Traditions of Irving Fisher*, John Wiley.
- GOLLIER, C. (2002), "Discounting an Uncertain Future", *Journal of Public Economics*, 85.
- GOLLIER, C. (2003), "Gamma Discounting and Expected Net Future Value", *Journal of Enviromental Economics and Management*, V 53 Issue 1, 2007.
- GOLLIER C. and WEITZMAN M. (2010), "How Should the Distant Future be Discounted when Discount Rate are Uncertain?" *Economic Letters*, 107 (3).
- GUDIN R. E. (1982), "Discounting Discounting", *Journal of Public Policy* 2 (1).
- HARROD R. (1989), "An Essay in Dinamic Theory", *Economic Journal* 49.
- HICKS J. (1973), "Capital and Time: A Neo-Austrian Theory", *Economic Journal*, Vol. 84 No. 333 (Mar., 1974). Clarendon Press, 1973.
- JEVONS W. S. (1871), "La Teoría de la Economía Política" Ed. Pirámide, 1998.
- KOOPMANS T.(1960), "Stationary Ordinal Utility and Impatience", *Econometría* 28.
- KULA E. (2004). "Estimation of a Social Rate of Interest for India", *Journal of Agricultural Economics*. Vol 55 No. 1. Agricultural Economics Society.
- LÓPEZ H. (2008), "The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin America Countries", *Police Research Working Paper*. 46.39, The World Bank, Latin American and the Caribbean Region.
- MARGLIN S. A. (1963), "The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Investment", *Quarterly Journal of Economics*, 77.
- MARGLIN S. A. (1963), "The Oportunity Cost of Public Investment", *Quarterly Journal of Economics*, 77.
- MARGLIN S. A. (1963), "Approaches to Dinamic Investment Planning", North Holland, Amsterdam.
- MENGER K. (1871), "Principles of Economics" (Principios de Economía Política), Ed. Folios 1996, Barcelona.
- MOHAN MUNASINGNE (1993), "El Economista y el Desarrollo Sostenible", *Finanzas y Desarrollo*, Fondo Monetario Internacional.
- NICHOLS A. (1969), "On the Social Rates of Discount: Coments", *American Economic Review*, vol. LIX, 5.
- PEARCE D. y ULPH D. (1995), "A Social Discount Rate for the United Kindom", CSERGE, Working Paper GEC 95-01.
- PEARCE D.; TURNER F. (1995), "Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente", Celestes Ediciones, Madrid.
- RAMSEY F. P. (1928), "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal* 38.
- SHARMA R. A. ; Mc. Gregor M. J.(1991), "Economic Dicount Rate for the Social Forestry Project in India: Estimates and Problems", *Project Appraisal* 6 (1).
- WEITZMAN M. L. (2001), "Gamma Discounting", *American Economic Review*, 91.
- WEITZMAN M. L. (2010), "Risk – Adjusted Gamma Discounting", *Journal of Enviromental Economics and Management*, 60.