

# Medición del Capital Manual OCDE

SEGUNDA EDICIÓN



# Medición del capital

MANUAL OCDE 2009

Segunda edición



# ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS

La OCDE constituye un foro único en su género, donde los gobiernos de 30 países democráticos trabajan conjuntamente para afrontar los retos económicos, sociales y medioambientales que plantea la globalización. La OCDE está a la vanguardia de los esfuerzos emprendidos para ayudar a los gobiernos a entender y responder a los cambios y preocupaciones del mundo actual, como el gobierno corporativo, la economía de la información y los retos que genera el envejecimiento de la población. La Organización ofrece a los gobiernos un marco en el que pueden comparar sus experiencias políticas, buscar respuestas a problemas comunes, identificar buenas prácticas y trabajar en la coordinación de políticas nacionales e internacionales.

Los países miembros de la OCDE son Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión de las Comunidades Europeas participa en el trabajo de la OCDE.

Las publicaciones de la OCDE aseguran una amplia difusión de los trabajos de la Organización. Estos incluyen los resultados de la compilación de estadísticas, los trabajos de investigación sobre temas económicos, sociales y medioambientales, así como las convenciones, directrices y los modelos desarrollados por los países miembros.

*Las opiniones e interpretaciones que figuran en esta publicación no reflejan necesariamente el parecer oficial de la OCDE o de los gobiernos de sus países miembros.*

ISBN 978-92-64-04366-4 (print)  
ISBN 978-92-64-04369-5 (PDF)

Publicado originalmente por la OCDE en inglés bajo el título: *Measuring Capital: OECD Manual 2009 – Second Edition*  
Publicado originalmente por la OCDE en francés bajo el título: *La mesure du capital : Manuel de l'OCDE 2009 – Seconde édition*

Las erratas de las publicaciones de la OCDE se encuentran en línea en [www.oecd.org/publishing/corrigenda](http://www.oecd.org/publishing/corrigenda).

© 2009 OCDE

La OCDE autoriza libremente toda reproducción de esta publicación para uso personal, no comercial. Los permisos para fotocopiar con fines comerciales o de uso público una parte de este trabajo deben dirigirse al Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) o al Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@efcopies.com](mailto:contact@efcopies.com). En todos estos casos, el anuncio del derecho de autor y cualquier otra leyenda relacionada con la propiedad intelectual tienen que ser conservadas en su forma original. Toda solicitud para otro uso comercial o público de este material o para derechos de traducción debe dirigirse a [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org).

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PREFACIO .....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	9
CAPITULO 1. CONTEXTO, PROPÓSITO Y ALCANCE DEL MANUAL.....	12
1.1.    La función de la medición del capital .....	12
1.2.    Propósito de este Manual .....	14
1.3.    Lo que el Manual no cubre .....	15
PARTE I: STOCKS DE CAPITAL Y SERVICIOS DE CAPITAL – CONCEPTOS .....	17
CAPITULO 2. INTRODUCCIÓN .....	18
CAPITULO 3. CÓMO SE DETERMINAN LOS VALORES DE LOS ACTIVOS.....	22
3.1.    Concepto .....	22
3.2.    Relación entre los servicios de capital y los precios de los activos para un solo activo – un ejemplo numérico .....	24
CAPITULO 4. RETIRO DE ACTIVOS Y EL STOCK DE CAPITAL BRUTO .....	29
4.1.    Stock de capital bruto.....	29
4.2.    Perfil de retiro y vida de los activos.....	30
4.3.    Perfiles combinados edad-eficiencia/retiro .....	32
CAPITULO 5. DEPRECIACIÓN O CONSUMO DE CAPITAL FIJO.....	34
5.1.    Concepto y alcance .....	34
5.2.    Medición de la depreciación .....	36
5.3.    Precio y volumen de la depreciación .....	40
5.4.    Depreciación y obsolescencia .....	40
5.5.    Determinación de los parámetros de la depreciación.....	42
CAPITULO 6. STOCK DE CAPITAL NETO (“RIQUEZA”) .....	44
6.1.    Concepto .....	44
6.2.    Medición .....	44
CAPITULO 7. STOCK PRODUCTIVO Y SERVICIOS DE CAPITAL .....	47
7.1.    Concepto .....	47
7.2.    Cálculo los stocks productivos.....	47
CAPITULO 8. COSTOS DEL USUARIO .....	50
8.1.    Concepto .....	50
8.2.    Interpretación y medición de los costos a los usuarios .....	50
8.3.    Tasas de retorno – consideraciones conceptuales .....	53
8.4.    Revaloración – consideraciones conceptuales .....	63

PARTE II: MEDICIÓN DE LOS STOCKS DE CAPITAL Y LOS SERVICIOS DE CAPITAL – IMPLEMENTACIÓN.....	65
CAPITULO 9. ALCANCE DE LA MEDICIÓN DEL CAPITAL Y CLASIFICACIONES .....	66
9.1. Alcance .....	66
9.2. Clasificaciones .....	67
CAPITULO 10. EL METODO DEL INVENTARIO PERMANENTE – RESUMEN.....	73
CAPITULO 11. PERFILES EDAD-EFICIENCIA .....	75
11.1. Derivación de los perfiles edad-eficiencia a partir de los perfiles de la depreciación .....	76
CAPITULO 12. PERFILES EDAD–PRECIO Y DEPRECIACIÓN .....	77
12.1. Formas funcionales del patrón de depreciación .....	77
12.2. Estimaciones empíricas de los perfiles edad-precio de los activos usados .....	79
12.3. Derivación de los perfiles de depreciación a partir de los perfiles edad-eficiencia .....	83
12.4. Enfoque de la función producción .....	84
CAPITULO 13. VIDAS ÚTILES Y RETIRO DE ACTIVOS .....	85
13.1. Vidas útiles de los activos .....	85
13.2. Patrones de retiro .....	93
13.3. Integración de los patrones de retiro con los perfiles edad-eficiencia y edad-precio.....	98
CAPITULO 14. FORMACIÓN CAPITAL FIJO BRUTO .....	102
CAPITULO 15. CÁLCULO DE LOS STOCKS DE CAPITAL NETO, BRUTO, PRODUCTIVO Y DE LA DEPRECIACIÓN.....	104
15.1. Frecuencia anual .....	104
15.2. Depreciación (consumo de capital fijo) .....	104
15.3. Stocks de capital neto.....	105
15.4. Stocks productivos .....	105
15.5. Stocks brutos de capital.....	105
15.6. Frecuencia sub-anual.....	105
15.7. Estimación de un stock inicial de capital en ausencia de series de tiempo completas de inversión .....	106
15.8. Índices encadenados para la formación bruta de capital fijo y el método del inventario permanente.....	107
CAPITULO 16. ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE RETORNO.....	110
16.1. Tasas de retorno para los productores de mercado .....	110
16.2. Tasa de retorno para la producción por cuenta propia de los hogares .....	116
16.3. Tasa de retorno del sector gobierno .....	116
CAPITULO 17. AGREGACIÓN A TRAVÉS DE ACTIVOS E INDUSTRIAS .....	121
17.1. Agregación a través de activos.....	121
17.2. Agregación a través de las industrias .....	124
CAPITULO 18. PROBELMAS ESPECIALES EN LA MEDICIÓN DEL CAPITAL .....	126
18.1. Tierra y vivienda .....	126
18.2. Existencias .....	136
18.3. Recursos naturales excepto la tierra.....	139
18.4. Impuestos y costo a usuarios.....	142
18.5. Activos usados .....	146

18.6. Usuarios y propietarios de activos de capital.....	148
PARTE III: STOCKS DE CAPITAL Y SERVICIOS DE CAPITAL – TEORÍA .....	150
CAPITULO 19. EL MODELO.....	152
19.1. Derivación de los costos del usuario.....	152
19.2. Descomposición de los costos del usuario.....	155
19.3. Depreciación.....	156
19.4. Retorno del capital y revaloración o retención de ganancias.....	158
19.5. Costo total a usuarios y el stock de capital productivo.....	159
19.6. División precio-volumen de los servicios de capital.....	162
19.7. Medición del capital en la hoja del balance.....	163
19.8. Sumario de formulas para la medición del capital.....	165
REFERENCIAS.....	169
ANEXO A: VIDA ÚTIL DE LOS ACTIVOS .....	180
ANEXO B: IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTIMACIONES DEL CAPITAL USANDO UN CONJUNTO DE DATOS ARTIFICIALES.....	190
ANEXO C: MÉTODO DE INVENTARIO PERMANENTE SIMPLIFICADO.....	194
ANEXO D: VÍNCULOS ENTRE LOS PERFILES EDAD-EFICIENCIA Y EDAD-PRECIO.....	200
GLOSARIO.....	205

## FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama del flujo circular – la función del capital.....	13
Figura 2.1 Mediciones del capital en el SCN 1993.....	18
Figura 2.2 Conjunto integrado de las mediciones del capital.....	20
Figura 2.3 Mediciones del capital en un sistema de cuentas.....	21
Figura 3.1 Edad-eficiencia y perfiles edad-precio correspondientes.....	28
Figura 4.2 Ejemplo de distribución de retiro.....	31
Figura 4.3 Perfil edad-eficiencia para un solo activo y para una cohorte de activos.....	33
Figura 13.1 Dos distribuciones simétricas de Winfrey.....	95
Figura 13.2 Perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte.....	99
Figura 13.3 Perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte – métodos alternativos.....	101
Figura 16.1 Tasas de retorno para diferente ámbito de activos en Japón.....	114
Figura 17.1 Stock de capital neto y servicios de capital en el sector mercado australiano.....	124
Figura 18.1 Ingreso de capital, activos producidos y recursos naturales.....	142

## TABLAS

Tabla 3.1 Relación entre los precios de los servicios de capital y el valor del activo en el año 1.....	25
Tabla 3.2 Relación entre precios de los servicios de capital y el valor del activo en todos los años.....	26
Tabla 3.3 Historia del precio del activo.....	26
Tabla 3.4 Edad-eficiencia lineal y el perfil edad-precio correspondiente.....	27
Tabla 4.1 Perfil de retiro y stock de capital bruto.....	32
Tabla 5.1 Perfiles edad-eficiencia y edad-precio para una cohorte.....	37
Tabla 5.2 Tasa de depreciación y perfil de depreciación.....	38
Tabla 5.3 Cálculo de la depreciación.....	39
Tabla 6.1 Cálculo el stock neto.....	45
Tabla 7.1 Cálculo del stock productivo de capital para un solo (tipo de) activo.....	49

Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros.....	68
Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros (continuación).....	69
Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros (continuación).....	70
Tabla 9.2 Clasificación de actividades sugerida para las estadísticas del stock de capital .....	72
Tabla 13.1 Cálculo de dos funciones de retiro de Winfrey .....	97
Tabla 13.2 Parámetros de la distribución de Weibull para Holanda .....	98
Tabla 13.3 Función integrada edad–eficiencia/retiro .....	100
Tabla 16.1 Tasa social de preferencia temporal para países de la OCDE .....	119
Tabla 17.1 Agregación a través de activos – ejemplo numérico .....	122
Tabla A.1 Vidas útiles promedio por activo e industria en Holanda.....	180
Tabla A.2 Tasas de depreciación y saldo decreciente para EE.UU.....	182
Tabla A.3 Tasas de depreciación y saldo decreciente para países seleccionados .....	185
Tabla A.4 Tasas de depreciación y saldo decreciente para Canadá .....	186
Tabla C.1 Ejemplos de puntos de referencia para las tasas de consumo de capital fijo, por tipo amplio de activo .....	195
Tabla C.2 Ejemplo para le estimación de un stock de vivienda bajo información limitada.....	199

## Cajas

Caja 1. Ejemplo numérico.....	25
Caja 2. Valoración de los stocks de capital.....	30
Caja 3. Costos de oportunidad – una noción básica en economía .....	60
Caja 4. Tasas de depreciación basadas en el gasto de capital y la encuesta de ventas de Japón.....	80
Caja 5. Tasas de depreciación basadas en la encuesta gasto de capital y ventas de Statistics Canada .....	82
Caja 6. Vidas útiles de stocks de capital en Alemania.....	86
Caja 7. Determinación de las vidas útiles de datos de compañías en Francia.....	87
Caja 8. Vidas útiles y patrones de descarte basados en observaciones directas en Holanda .....	88
Caja 9. Funciones de mortalidad de Winfrey.....	96
Caja 10. “Equilibrio de las tasas reales” de retorno para Japón.....	112
Caja 11. Valoración de la tierra y viviendas propiedad de los hogares en Australia .....	128
Caja 12. Valoración de la tierra en Canadá.....	130
Caja 13. Medición de los costos del usuario de viviendas en Argentina .....	133
Caja 14. Valoración de estructuras en Dinamarca .....	135
Caja 15. Leyenda de las variables .....	165

## PREFACIO

Bienvenido al Manual de *Medición del capital* revisado. Este Manual debe ser provechoso tanto para los productores como para los usuarios de estadísticas de capital.

La publicación del Manual de *Medición del capital* original en 2001 fue un desarrollo significativo en la medición de un importante componente vital de la actividad económica. El capital juega una función fundamental en el proceso de producción y es un componente significativo de la riqueza y una fuente de ingreso. Es vital que tanto los aspectos de stock y flujos del capital sean bien medidos con objeto de apoyar el desarrollo y monitoreo de la política económica, así como también de manera más general el análisis económico. Esta edición revisada de la *Medición del capital* se basa en la versión original, tomando en cuenta los nuevos desarrollos para la medición del capital y asegurar consistencia con la revisión del Sistema de Cuentas Nacionales – el SCN 2008.

Como con la edición original, esta edición revisada toma al SCN como punto de partida, en reconocimiento de que las estadísticas del capital son un componente importante de las cuentas nacionales. Mantiene también el énfasis en un enfoque integral para medir el capital con el objeto de asegurar la consistencia entre varias mediciones de stock y flujo. El capital es un componente importante del análisis de productividad y por ello este Manual provee un vínculo importante entre el SCN y la medición de la productividad. En continuación para complementar el Manual de *Medición de la productividad* de la OCDE.

La preparación del Manual revisado fue guiada por el Grupo II de Canberra sobre la Medición de los activos no financieros, con el valioso apoyo secretarial proporcionado por la OCDE para el trabajo del Grupo. El Manual ha sido endosado por el Grupo de Trabajo de las Cuentas Nacionales de la OCDE y por el Comité de Estadística de la OCDE.

El Manual revisado es un excelente ejemplo de la cooperación entre las oficinas nacionales de estadística y las organizaciones internacionales de estadística, fue un gran placer para mí dirigir el trabajo del Grupo II de Canberra. Mi agradecimiento va para todos aquellos que participaron en las discusiones de Canberra II y para el personal de la OCDE que se involucró en el apoyo al Grupo y en la preparación del Manual. En particular, deseo reconocer los importantes esfuerzos de Charles Aspden y de Paul Schreyer de la OCDE. También deseo agradecer a la OCDE por publicar el Manual revisado.

Peter Harper  
 Presidente  
 Grupo II de Canberra sobre la Medición de los Activos no Financieros.

### RECONOCIMIENTOS

Este *Manual* se benefició significativamente de las contribuciones de los miembros del Grupo II de Canberra sobre la medición de los activos no financieros y de las reflexivas observaciones formuladas por las oficinas nacionales de estadística, en particular de Estadística de Canadá, el Buró de Análisis Económico de EE.UU., Estadística de Holanda, Eurostat y la Oficina Federal de Estadística de Alemania. Especial agradecimiento para Erwin Diewert (Universidad de British Columbia) y a Koji Nomura (Oficina del Gabinete de Japón y de la Universidad de Keio) por sus muchos comentarios perspicaces, correcciones y sugerencias de las versiones en borrador del documento. Gracias también se deben a Dale Jorgenson (Universidad de Harvard) y a Chuck Hulten (Universidad de Maryland) por su apoyo durante el periodo de gestación del *Manual*. Todos los errores pertenecen a Paul Schreyer (OCDE), principal autor del documento.

## RESUMEN EJECUTIVO

En 2001, la OCDE publicó el Manual *Medición del Capital* para proveer una guía de los conceptos y prácticas de la medición del capital. Desde entonces, un sinnúmero de acontecimientos se han llevado a cabo, el más notable la revisión del Sistema de Cuentas Nacionales 1993. La revisión trató muchos temas con respecto a los activos no financieros que afectan también al Manual de Capital original. El presente documento es una revisión del Manual de 2001, para tomar en cuenta los nuevos avances y asegurar su consistencia con el Sistema de Cuentas Nacionales revisado.

En el pasado, en muchas oficinas de estadística, el principal propósito de medir el capital era para proveer una base para el cálculo del consumo de capital fijo así que las mediciones netas podrían derivarse en las cuentas nacionales. La medición del consumo de capital fijo sigue siendo la principal razón para la medición del capital pero dos objetivos adicionales han ganado creciente importancia: establecer las hojas de balance para los sectores económicos y la medición de los servicios de capital para el análisis de la producción y de la productividad.

El principal objetivo del presente *Manual* es tratar con estos objetivos adicionales y presentar un enfoque integrado y consistente hacia la medición del capital que incluya diferentes mediciones del stock de capital (bruto, neto y stock productivo) junto con las mediciones relevantes de los flujos económicos (inversión, depreciación y servicios de capital).

Muchos de los conceptos de medición en el *Manual* reflejan una fundamental *naturaleza dual del capital* que posee ambos *almacén de valor* y *fuentes de los servicios de capital* en la producción. En otras palabras, existe un lado de valor o riqueza del capital y hay otro lado de volumen o cantidad de este. Dependiendo del propósito analítico, ya sea el lado del valor por ejemplo en la forma de stock de capital neto o el lado del volumen en la forma de stock de capital productivo que son la medida apropiada.

Mientras que el lado de la riqueza y el de la producción son aspectos diferentes que ayudan a analizar diferentes cuestiones, ellas no son independientes una de otra. Todo lo contrario, hay una liga clara entre el valor de un activo y sus capacidad productiva corriente y futura y la consistencia en las mediciones del capital significa tomar en cuenta este nexo.

La distinción entre la riqueza y el aspecto de la producción empieza a nivel del activo individual y la primera parte del *Manual* explora cómo, para un solo activo, su perfil edad-precio y su perfil edad-eficiencia se combinan. El perfil edad-precio abarca toda la información acerca de la historia de precios de un activo conforme envejece y refleja la depreciación, un cargo en contra del ingreso. El perfil edad-eficiencia contiene información acerca de la capacidad productiva del activo a través del tiempo y provee la clave para medir los servicios de capital, la contribución del activo a la producción. Para los activos homogéneos solos, los dos perfiles se relacionan pero son diferentes en general.

En la práctica, las cohortes de activos se consideran para la medición, no los activos solos. También los grupos de activos nunca son homogéneos totalmente pero se combinan tipos similares de activos. Cuando se trata con cohortes, las distribuciones de retiro tienen que ser invocadas porque es implausible que todos los bienes de capital de la misma cohorte se retiren en el mismo momento de tiempo. Por lo que no es suficiente razonar en términos de un solo activo pero los perfiles edad-eficiencia y edad-precio tienen que ser combinados con los patrones de retiro para medir los stocks productivos y de riqueza y la depreciación para las cohortes de clases de activos. Un resultado importante de la literatura, tratada con cierta extensión

en el *Manual* es que, para una cohorte de activos, la combinación edad-eficiencia y el perfil de retiro a menudo parecen un patrón geométrico, p.e. una declinación a una tasa constante. Mientras que esto parece como un punto técnico, esto tiene grandes ventajas prácticas para la medición del capital. El *Manual por lo tanto recomienda el uso de patrones geométricos para depreciación* porque ellos tienden a ser soportados empíricamente, conceptualmente correctos y fáciles de implementar.

El consumo de capital fijo o *depreciación* permanece como una variable central para la medición del capital y hay una larga historia de debates acerca del significado exacto y su medición. Con la creciente importancia de los bienes de capital de alta tecnología que se someten a un rápido cambio tecnológico, se ha renovado la discusión acerca de la medición de la depreciación. En particular, la cuestión se ha erigido sobre si la medición de la depreciación debe incorporar o no, las pérdidas reales retenidas esperadas. Algunos autores han sugerido que sí, argumentando que esta es la forma correcta para capturar la obsolescencia esperada. Otros han llegado a una conclusión diferente, y fijan una distinción entre los cambios en el valor de un activo debido a la edad (la cual ellos la identifican con la depreciación) y los cambios en el valor debido los cambios generales de precios del grupo de bienes de capital. El *Manual* encuentra que no existe una sola forma “correcta” para tratar con los cambios esperados en los precios en el contexto de la medición de la depreciación sino más bien diferentes cuestiones analíticas acerca del ingreso neto que dan pie a diferentes prescripciones acerca de cómo medir la depreciación. Para la implementación el *Manual* se apega al enfoque para la medición del consumo de capital fijo que excluye las pérdidas por posesión reales de la depreciación. Esto corresponde a la práctica de las oficinas de estadística.

Junto con el volumen de los servicios de capital, un precio para los servicios de capital debe ser especificado y el *Manual* explica cómo esos precios o costos unitarios a los usuarios han de ser derivados o medidos. Ellos comprenden dos elementos principales que constituyen el costo de usar el capital en la producción: la depreciación, y los costos reales del financiamiento o el retorno real requerido del capital. Existen varias formas de formular estos elementos cuando se trata de medirlos y ellos se presentan en el texto. Se da atención a como el retorno del capital es medido, y la literatura ha sugerido los cálculos *ex-post* basados en mediciones observadas del ingreso de propiedad en las cuentas nacionales así como los cálculos *ex-ante* basados en información de los mercados financieros. Por muchas razones, los resultados no son idénticos pero ***la evidencia general parece ser una robustez de la medición de los servicios de capital con respecto a las especificaciones para el retorno del capital.*** Tome o no en cuenta el precio del servicio de capital la revaloración real del activo, por otra parte, esto parece jugar un papel muy importante para las estimaciones resultantes.

El Sistema de Cuentas Nacionales estima el valor del producto de los productores no de mercado por los costos. Los costos de capital son medidos como consumo de capital fijo nada más, dejando fuera el otro principal elemento los costos del financiamiento. Las razones para esto son de naturaleza práctica (¿qué tasa de interés se debe elegir?) pero hay también argumentos conceptuales tales como el rechazo a ver el PIB aumentar cuando las tasas de interés de la deuda de gobierno aumentan. Al mismo tiempo, hay buenas razones conceptuales y analíticas de por qué el costo de capital se debe medir tan completamente como sea posible para los productores no de mercado. Si no para las cuentas nacionales, entonces para propósitos analíticos es interesante por lo tanto imputar los costos financieros o una tasa de retorno a los activos del gobierno y el *Manual* describe varias maneras de hacerlo. De hecho, para algunos productores no de mercado, los hogares que poseen viviendas, dicha imputación ya está hecha en las cuentas nacionales y el *Manual* discute como la información del dueño que ocupa la vivienda puede ser usada para otros activos de productores no de mercado.

Con respecto al ***ámbito de los activos*** que son tratados en el *Manual*, este cubre predominantemente los activos fijos. Sin embargo, otros tres tipos de activos que son más relevantes como fuentes de los servicios

de capital; la tierra (un gran activo no producido), las existencias (un activo que no es fijo) y los recursos naturales excepto la tierra. Estos tipos de activos presentan cuestiones específicas con respecto a su medición. En particular la tierra es un activo cuantitativamente importante que es notoriamente difícil de medir. Consecuentemente, el *Manual* dedica un capítulo especial a la medición de la tierra sin hacer una reclamación de ser exhaustiva sobre el tema. Similarmente, hay un capítulo especial sobre existencias. Los recursos naturales excepto la tierra son tratados específicamente pero con menos detalle porque la referencia se hace en el *International Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting* (United Nations et al. 2003).

Un significativo número de páginas en el *Manual* son asignadas a la medición de las vidas útiles, las funciones de retiro y los patrones de depreciación. Generalmente, ***buena información empírica sobre las vidas de los activos es escasa*** y a menudo obsoleta. Uno de los anexos del Manual presenta juntas las vidas útiles tal como se usan en varios países.

La parte final del *Manual* es la descripción matemática del proceso de medición del capital, tomando en cuenta las convenciones especificadas en las cuentas nacionales. Se espera que esta presentación sistemática y consistente facilite la implementación y las rutinas de programación.

## CAPITULO 1. CONTEXTO, PROPÓSITO Y ALCANCE DEL MANUAL

### *1.1. La función de la medición del capital*

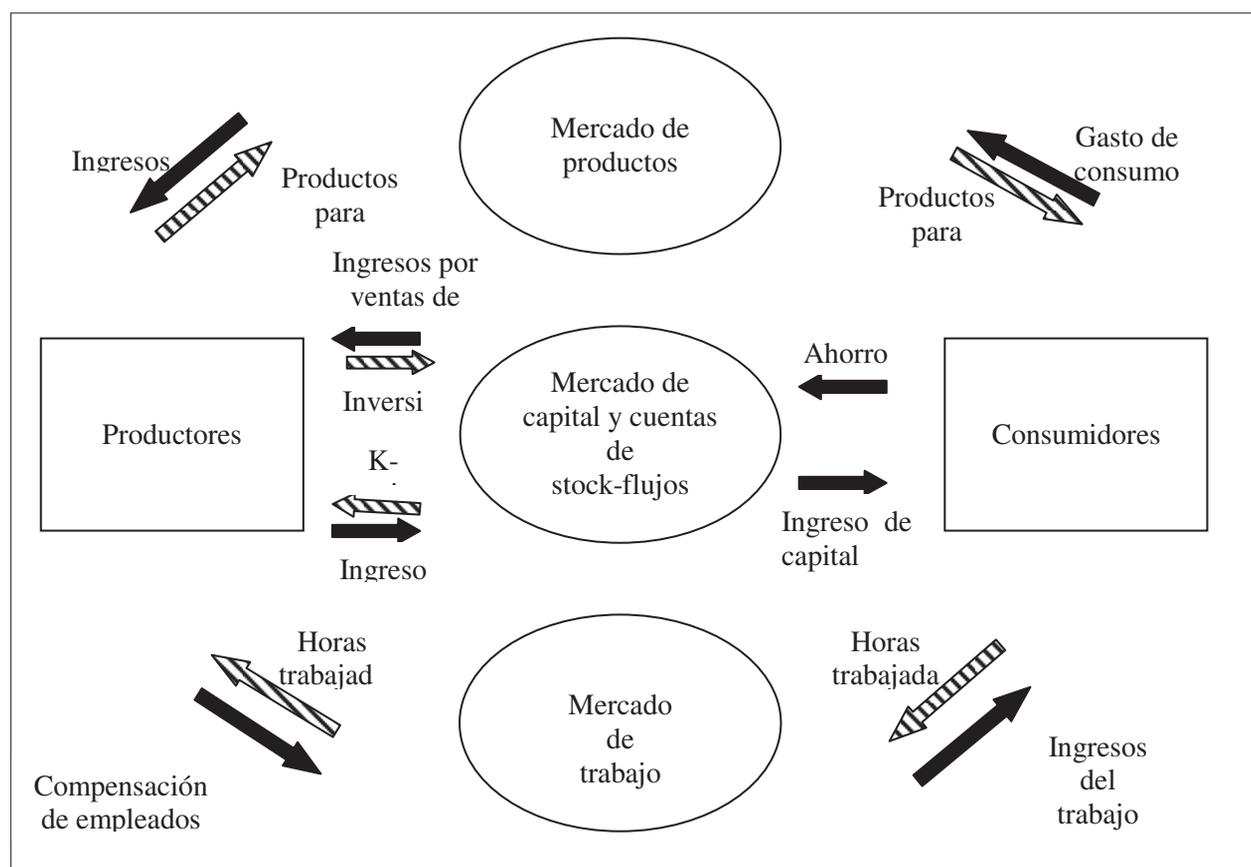
Podría ser útil recordar brevemente la función que juega el capital en el estilizado sistema de las cuentas nacionales. Esto puede hacerse fácilmente con un diagrama de flujo circular, como se observa en la Figura de abajo. Los flujos de las cantidades de bienes y servicios son ajustados por los flujos monetarios. En el caso más simple con solo consumidores y productores, el intercambio básico es entre trabajo (horas trabajadas) y productos de consumo. Estos son intercambiados en los mercados para trabajo y para productos de consumo y dan lugar a ingresos y costos para los productores y gasto e ingresos del trabajo para los consumidores. El flujo del trabajo en el sector de los productores y el flujo del consumo de bienes fuera de él señalan el proceso de producción cuyo análisis es central para muchas cuestiones económicas.

Pero el trabajo no es el único insumo en la producción y esta es la primera instancia en donde el capital entra en juego. El capital provee servicios a la producción y es remunerado por estos servicios con una renta cuando los usuarios de los bienes de capital los rentan a sus propietarios por uno o más periodos. A menudo, usuarios y propietarios están en la misma unidad económica. El servicio de capital es entonces interno a la unidad económica pero sin embargo este existe y debe ser medido para análisis. Paralelo al flujo inicial de los servicios de capital, un pago interno por estos servicios puede ser previsto, en la forma de un precio para los servicios de capital. El costo del capital en la producción y el flujo asociado del servicio no son ítems que fueron reconocidos en el SCN 1993 – recientemente, sin embargo, las revisión del SCN ha reconocido estos flujos.

Hay otra instancia donde el capital entra en juego y concierne al capital como almacenamiento de valor. Los productores compran bienes de capital y buscan financiamiento de los consumidores. Los últimos invierten en bienes de capital al poner sus ahorros a disposición de los productores, quienes a su vez compensan a los consumidores con pago de intereses o dividendos, p.e. con ingreso de capital. El aspecto de la riqueza del capital es también donde entran los balances – para una fecha dada, todos los activos, financieros y no financieros, deben aparecer en el balance de la unidad que los posee para proveer una imagen general de la riqueza económica.

Debido a la función fundamental del capital en una economía, este tiene que ser medido. Un amplio cuerpo de literatura ha tratado con los fundamentos teóricos de la medición del capital y quizá el debate más famoso en este contexto fue el llamado debate de Cambridge. El presente *Manual* no es el sitio para revisar o comentar este debate pero es bastante claro que la medición del capital no se puede hacer sin alguna teoría y la medición del capital en el presente texto es hecho en gran parte con referencia a la teoría neoclásica del capital.

Figura 1.1 Diagrama del flujo circular – la función del capital



Aspectos teóricos aparte, hay un problema central práctico a la medición del capital que aparece en muchos temas empíricos – cómo valorar los stocks y los flujos de capital en la ausencia de transacciones económicas (observables). Esto fue expresado claramente por John Hicks en *Capital and Time* (1973):

*“Pongámonos en la posición de un estadístico que le es solicitada una cifra del capital nacional; y supongamos que lo que se le solicita es un valor (aquí un valor monetario) del capital nacional. [...] Él ha aprendido que para la medición del ingreso nacional él necesita un conjunto de cuentas, las cuentas corrientes (o cuentas de flujo) de la economía nacional. Así que ahora cuando a él le preguntan por una medida del capital nacional, él espera presentarlo en un balance nacional. Pero la tarea de construir un balance nacional es prácticamente bastante diferente. Es característico de una cuenta corriente, de cualquier tipo, que la mayoría (aunque no todos) de los ítems que entran en estas son registros de transacciones reales. Cuando un artículo es vendido, el dinero cambia de manos; así que el volumen del artículo es expresado en términos de dinero, por el comprador y el vendedor, en la misma manera.*

*Cuando el dinero es prestado, corrientemente, ocurre lo mismo. Por lo que, si fuese el caso de que todas las entidades dentro de la economía [...] mantuviesen cuentas corrientes apropiadas, y si aquellas cuentas no contuviesen nada excepto ítems de transacciones, sería posible para una cuenta nacional corriente ser compilada a partir de ellas mediante un simple procedimiento aritmético. Muchas de las cuentas que él necesitaría para este propósito desde luego que no están disponibles para el estadístico del ingreso nacional; él tiene que estimarlas. Pero al hacer dichas*

*estimaciones, él está estimando una cifra real [...] aunque la información sobre esta no esté disponible para él [...].*

*Lo que en las cuentas corrientes es una complicación, que hasta cierto punto puede ser evitada, en el caso de la cuenta de capital es central e inevitable. Los activos la posesión de los cuales es registrada en el balance, son activos que son mantenidos, no son bienes que sean vendidos. Ellos pueden ser vendidos, cuando llegue el momento, pero ellos no son vendidos en la fecha en la cual se refiere el balance”.*

La cuestión de la valoración es central para los stock pero las transacciones no observables son también asuntos centrales cuando se trata de estimar volúmenes y precios de los flujos de los servicios de capital: hay algunos mercados de rentas que emiten observaciones de mercado sobre los servicios de capital pero la mayor parte del capital es usado por sus dueños todavía. El estadístico tiene que hacer entonces una elección entre ignorar estos flujos económicos y estimar el precio y cantidad de los servicios de capital que sean internos a la unidad económica. Conforme esto se haga con la necesaria cautela, basado en buen razonamiento teórico y con tanta información empírica como sea posible, el objetivo final de medir el capital puede ser logrado, a saber, para entender mejor el proceso de la creación de valor y el bienestar económico.

## ***1.2. Propósito de este Manual***

Este *Manual* sirve para dos propósitos complementarios:

- Presentar un sistema integrado de stock y flujos asociados con la medición del capital;
- Presentar lineamientos prácticos para la estimación de estos stocks y flujos. Particular cuidado se ha tomado para asegurar su consistencia con el Sistema de Cuentas Nacionales.

Este *Manual* está organizado en tres partes principales. La Parte I presenta los conceptos de la medición del capital de manera no técnica. Con la ayuda de ejemplos numéricos, el texto provee las razones estadísticas y económicas para la medición de los flujos y los stock asociadas con el capital. Probablemente el simple mensaje más importante que este *Manual* presenta es el conjunto coherente de flujos y stock en relación con el capital: la formación de capital, la depreciación y los servicios de capital siendo los flujos clave y los stocks netos y productivos siendo las medidas más importantes de los stocks en este contexto. Si las oficinas nacionales de estadística se organizan para producir dicho conjunto consistente de medidas del capital, mucho se habrá logrado mediante la utilidad de las cuentas nacionales.

La parte II del *Manual* está orientada hacia la precisión y la implementación. El texto busca ser lo más preciso posible, mediante una presentación técnica de algunos conceptos y procedimientos de medición.

La parte II de este *Manual* echa también un vistazo a algunas mediciones del capital cuya integración en las cuentas nacionales está todavía pendiente y/o todavía no próximas aunque estas mediciones parecen útiles desde la perspectiva económica y también pueden llegar a ser parte de una literatura más orientada a la investigación. Estas incluyen la imputación de todos los costos a los usuarios de los activos de gobierno, una gama de activos productivos que incluye la tierra, otros recursos naturales y existencias.

La Parte III es una exposición algebraica del modelo de medición de los stocks y flujos subyacentes. Esta parte del *Manual* empieza desde una relación económica básica acerca de los valores de los activos y muestra como expresiones como depreciación, costos del usuario y varios tipos de stock pueden ser derivados de manera que esto sea consistente con el Sistema de Cuentas Nacionales.

### 1.3. *Lo que el Manual no cubre*

Este *Manual* no trata con la medición de la formación de capital *como tal*. El SCN 1993 y su revisión alargaron la frontera del activo introduciendo nuevas clases de activos fijos, tales como exploración mineral, programas de cálculo y entretenimiento, originales artísticos y literarios e investigación y desarrollo. Hay tanto problemas prácticos como cuestiones conceptuales acerca de la valoración de algunos de estos nuevos activos, y estos temas específicos son tratados con relativa brevedad aquí.

El *Manual* es un poco eclético en la elección de los activos no producidos que son tratados explícitamente. El cuerpo del texto trata implícita o explícitamente con los activos producidos porque ellos constituyen el esqueleto de la medición del capital y ellos son los primeros candidatos para la medición de los insumos de capital para la producción. La tierra, aunque primordialmente es un activo no producido tiene una atención especial en el *Manual* mientras que otros activos no producidos tales como los recursos naturales obtienen un tratamiento menos extenso. No hay una justificación conceptual sólida para esta elección excepto que la tierra ha sido largamente tratada como una fuente de los servicios de capital en la economía y debe por lo tanto ser reconocida como tal. Pero en menor medida, este es el caso para otros activos no producidos. Sobre pura base práctica, proveer una guía completa para la medición de los activos no financieros en el balance no habría sido factible dentro del esquema de tiempo para escribir este *Manual*. Existe también un cuerpo bien desarrollado de guía internacional concerniente a los activos ambientales, en particular en la forma del Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting (United Nations et al. 2003) al cual el lector será referido cuando sea apropiado.

Los índices de precios para los activos se requieren para la medición de los stocks de capital y el volumen de la inversión. La construcción de índices de precios es particularmente difícil porque muchos de los bienes de capital son únicos así que no es posible observar los cambios en los precios de un periodo al siguiente. Otro problema es que una parte importante de los bienes de capital – por ejemplo el equipo de comunicaciones y cómputo – está sujeto a grandes mejoras tecnológicas la cuales a veces son difíciles de capturar. Importantes problemas de medición se presentan también en el área de los índices de precios para las viviendas y la tierra. Estos problemas son mencionados pero no tratados al detalle porque ellos son vistos como problemas de índices de precios y no son específicos para la medición de los stocks de capital.



## **PARTE I: STOCKS DE CAPITAL Y SERVICIOS DE CAPITAL – CONCEPTOS**

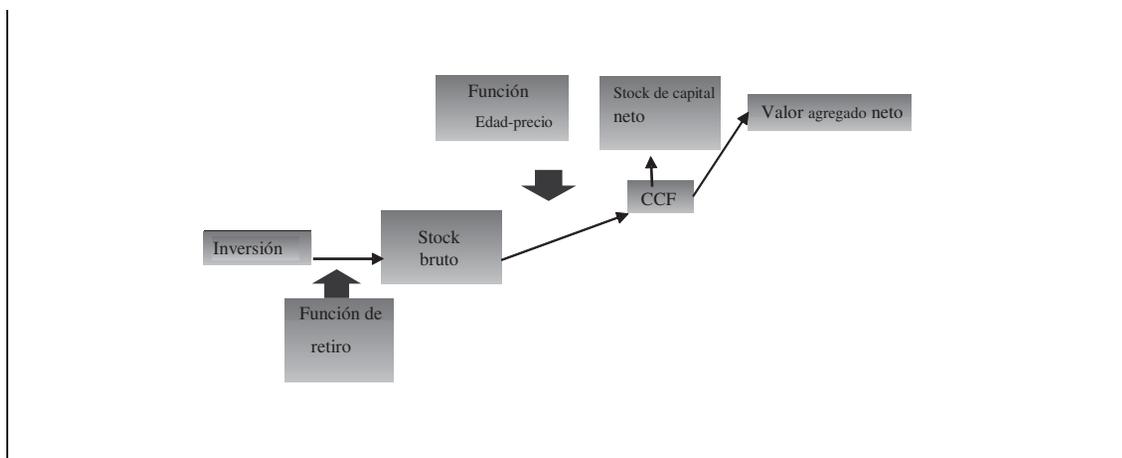
## CAPITULO 2. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos del presente *Manual* es introducir un enfoque integrado y consistente para la medición del capital que encarne las mediciones de los stocks de capital (bruto, neto y stock productivo) junto con las medidas relevantes de los flujos económicos (inversión, depreciación y servicios de capital).

Los stocks de capital descritos en dos lugares en el SCN 1993, como parte de la compilación de los balances y como herramienta para derivar estimaciones de la depreciación y el consumo de capital fijo (CCF) (CFC, siglas en inglés). ¿Cómo se estima el stock de capital bruto? Básicamente por la acumulación de la formación bruta de capital fijo (FBCF) (GFCF, siglas en inglés) año por año y deduciendo los retiros. Debido a que no tiene sentido agregar los gastos llevados a cabo en diferentes años sin ajustar las diferencias en los precios entre aquellos años, todas las cifras del stock de capital están a “precios constantes”. Estos precios pueden ser los precios del año actual, en cuyo caso los gastos pasados son ajustados al nivel de precios corrientes o pueden expresarse a los precios de un año dado, usualmente en el año base para las cuentas nacionales a precios constantes.

Los retiros son calculados por la postulación de una duración de la vida útil o más precisamente una función de retiro que es aplicada a los flujos de inversión. Cuando estos flujos de inversión, corregidos para el retiro se acumulan, uno obtiene los stocks de capital bruto (Figura 2). El consumo del capital fijo o de la depreciación es calculada mediante la superposición de un patrón de declinación del valor a través del tiempo. Esto es llamado perfil edad-precio o función edad-precio. El factor relevante para cada cohorte de activos es aplicado así que la cifra agregada de los stocks refleja tanto el nivel de precios elegido como también el hecho de que activos similares de diferentes edades tengan diferentes valores. Esto da lugar a los stocks de capital neto o de riqueza.

**Figura 2.1 Mediciones del capital en el SCN 1993**



Una vez que las cifras del stock de capital existen con una base consistente para dos años sucesivos, es posible calcular la diferencia entre ellos y deducir después la nueva inversión y de permitir las cesiones, esto es lo que aparece como la estimación del CCF o depreciación como es recomendado actualmente en el SCN 1993. Todos estos cálculos necesitan llevarse a cabo a precios constantes.

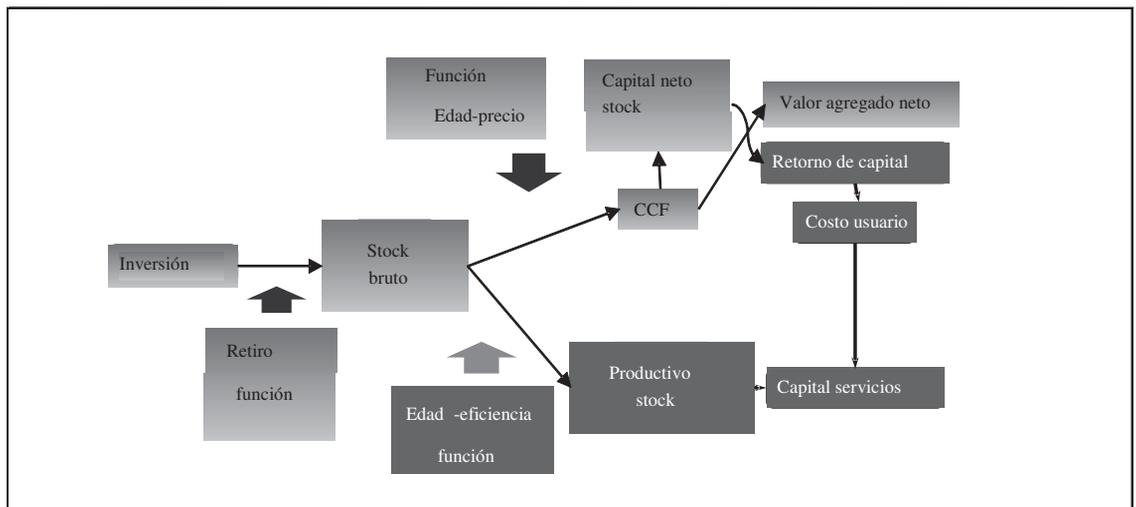
Los servicios de capital y su precio, los costos del usuario del capital no reemplazan las medidas bien establecidas como el stock de capital bruto y neto – ellos las complementan

En el SCN 1993, no había un nexo explícito entre el stock de capital y el valor agregado excepto por la entrada de consumo de capital para explicar la diferencia entre el valor agregado bruto y el valor agregado neto. Sin embargo, siempre ha sido reconocido que el excedente de operación es un ingreso derivado por el uso del capital en la producción justamente como la compensación de empleados es un ingreso derivado por el uso del trabajo. Hay un creciente interés en explorar exactamente cómo los diferentes niveles y tipos de stock de capital influyen en el nivel del excedente de operación. Esto ha conducido a que sea prestada una mayor atención a los servicios de capital debido a su aplicación en los estudios de productividad. Los servicios de capital pueden ser integrados con la práctica de las cuentas nacionales para determinar la depreciación de una manera que permita un análisis más profundo y posibles mejoras en los datos subyacentes de los stocks de capital.

Mientras que la introducción de los costos de los servicios de capital en las cuentas ha sido en su propio interés, ellas deben ser también internamente consistentes con las mediciones de los stock de capital neto así que las medidas de volumen y precio de los servicios de capital, depreciación e ingreso neto agregados en las cuentas nacionales así como también en los balances sean totalmente integrados. Esto permite a los investigadores y a las oficinas de estadística producir indicadores consistentes de productividad multifactoriales (ver OCED (2001a)) que sean de significativo interés analítico.

La Figura 3 ilustra los elementos adicionales que los servicios de capital traen a la imagen. Un elemento importante es el perfil edad-eficiencia o función edad-eficiencia que representa la pérdida de un activo en eficiencia productiva conforme el activo envejece. Cuando los flujos de inversión son corregidos para retiros y para pérdida de eficiencia productiva, su valor acumulativo es el stock productivo. Los servicios de capital, el flujo de los servicios productivos de los activos de capital respecto a la producción, son proporcionales al stock productivo y pueden ser derivados de lo anterior. Finalmente, el precio de los servicios de capital – sus costos del usuario o precio de renta – es estimado mediante la combinación de la información sobre el rendimiento requerido del capital, en la depreciación y en la revaloración. Dado el precio de los servicios de capital – los costos del usuario – y la cantidad de los servicios derivados del stock productivo, el valor total de los servicios de capital pueden ser calculados. Todo esto será tratado con mucho más detalle abajo pero debe ser subrayado aquí que el valor total de los servicios de capital junta nuevamente el lado del precio y cantidad de la medición del capital. La consistencia entre estos dos aspectos del capital es por lo tanto requerida

Figura 2.2 Conjunto integrado de las mediciones del capital



Así, los servicios de capital no son simplemente añadidos a las mediciones de los stock de capital neto – ellas son su contraparte analítica que viene junto con los dos roles básicos del capital – una medida de riqueza e ingreso y una medida de la contribución del capital a la producción. Las distintas mediciones de los stocks y los flujos de capital están directamente relacionadas con estos propósitos, como se muestra en el Tabla de abajo. Una descripción más detallada será presentada después pero un número de indicaciones se pueden dar inmediatamente:

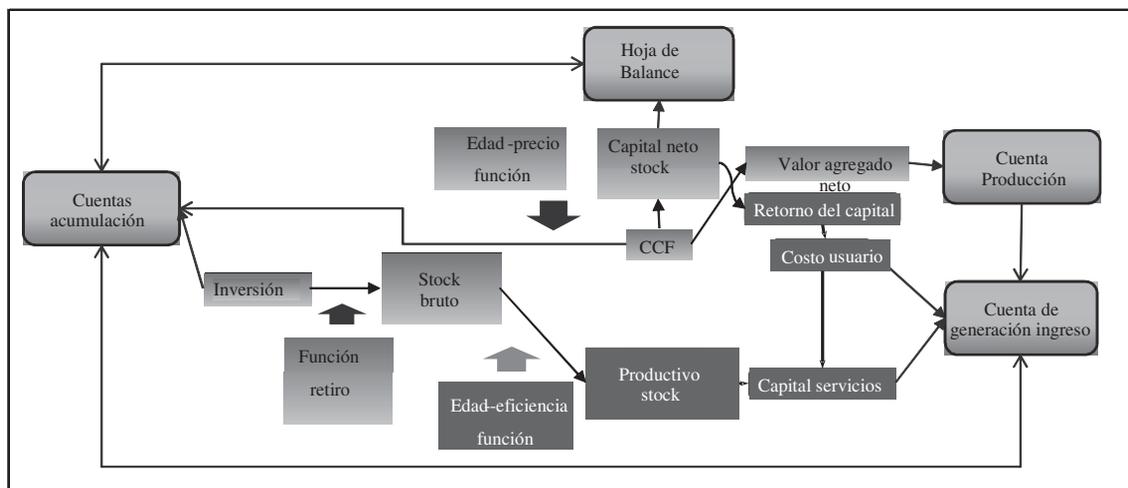
- El capital neto mide el valor (de mercado) del capital, y es por lo tanto una medida de la riqueza. Su evolución a través del tiempo es gobernada por los flujos de inversión y de depreciación. Una terminología más adecuada para los stocks netos es el de “stock de riqueza”. La palabra “neto” distingue los stocks depreciados de capital de los stocks no depreciados o brutos. Más sobre el stock neto/riqueza puede encontrarse en el capítulo 6.
- La Tabla 1 no muestra la entrada para el stock bruto de capital. Esto es porque los stock brutos, si se calculan después de todo, constituyen un paso intermedio hacia el cálculo del stock neto y productivo más que una medida de los stock por su propio derecho analítico. Sin embargo, el stock bruto es una estadística bien conocida y se dirá más en la sección 3.2.4.
- El stock productivo existe para cada tipo de capital usado en la producción. La inversión pasada para cada grupo de activos es acumulada después de corregir por la pérdida de eficiencia que ha ocurrido desde que este era nuevo. Los stocks productivos son el primer vehículo para derivar las medidas de los servicios de capital, el flujo de los servicios productivos proveídos por el capital durante un periodo. Comúnmente, es hecho el supuesto de que el flujo de los servicios de capital están en una proporción fija con respecto a los stock del capital productivo – por implicación la tasa de cambio en los servicios de capital puede ser leída a partir de la tasa de cambio de los stock de capital productivo. El stock productivo se describe con mayor amplitud en el capítulo 7.
- A pesar de las dos perspectivas distintas, ingreso/riqueza y producción/productividad, las dos esferas están ligadas. Por ejemplo, el perfil de la depreciación no es independiente del perfil de la eficiencia y de las medidas de la depreciación no sólo entran en el stock de capital neto, ellas son parte también de los costos de los usuarios que forman la base para la agregación de ponderaciones al stock productivo.

Tabla 2.1 Dos aspectos del capital

	Ingreso y riqueza perspectiva	Producción y productividad perspectiva
Flujo básico	Inversión	Inversión
Agregación de los activos a través de diferente edad basado en	Perfil de depreciación (perfil edad -precio)	Perfil edad-eficiencia
Stock resultantes para cada clase de activos	Stock de capital neto por tipo de activo	Stock productivo por tipo de activo
Flujo derivado	Depreciación	Servicios de capital por tipo de activo
Agregación a través de diferentes clases de activos basada en	Precios de mercado	Precios de los servicios de capital
Stock resultante	Total de stock de capital neto	Stock productivo para cada tipo de activo
Medición derivada	Entrada al Balance, riqueza nacional, medidas netas del ingreso	Servicios de capital, productividad multi-factorial

La Figura 3 mostró los variados elementos de un sistema integrado de las mediciones del capital. Es útil ir más adelante y colocar este sistema integrado en el contexto más amplio del sistema de cuentas nacionales, observando que los servicios de capital no han sido reconocidos en el SCN 1993 y que no forman parte obligatoria del SCN 2008. Las ligas básicas se muestran en la Figura 4. Los stocks y flujos de capital e inversión aparecen en las cuentas de las transacciones (la cuenta de producción y la cuenta de la generación del empleo), en las cuentas de acumulación y en los balances. Mientras que la mayoría de estas ligas han existido en el SCN 1993, el reconocimiento propuesto de los servicios de capital y su desagregación en los precios y volúmenes de los servicios de capital en las cuentas de la generación del ingreso son nuevas y se describen con mayor detalle en la sección 16.1.1. Un ejemplo más detallado del sistema de medición de stock y flujos del capital que esté totalmente integrado al sistema de cuentas nacionales está dado en Jorgenson & Landefeld (2006).

Figura 2.3 Mediciones del capital en un sistema de cuentas



## CAPITULO 3. CÓMO SE DETERMINAN LOS VALORES DE LOS ACTIVOS

### 3.1. Concepto

La relación económica central que liga el ingreso y las perspectivas producción con cada uno es la condición del valor presente neto: en un mercado en operación, el *valor de los stock* de un activo es igual al flujo descontado de los beneficios futuros que se espera que el activo genere, una idea que viene cuando menos desde Walras (1874) y Böhm-Bawerk (1891). Los beneficios son entendidos aquí como el ingreso o el valor de los servicios de capital generados por el activo.

En lo que sigue, consideraremos un solo activo, aunque esto es claramente irreal: ninguna firma y mucho menos un instituto de estadística medirá el capital mediante la vista a las piezas individuales de maquinaria o equipo. El caso típico es considerar las clases de activos, aunque se hace normalmente un intento para mantener estas clases de activos tan homogéneas como sea posible. Sin embargo, por el momento, considérese un solo activo que es nuevo, p.e. de edad cero.

#### 3.1.1. Perspectiva del ingreso

El valor de este activo al inicio del periodo  $t$ ,  $P_0^t$ , para su dueño corresponde al flujo de ingresos futuros generados por el activo. Un subíndice ha sido usado para señalar la edad del activo, en el presente caso es cero porque este es un nuevo bien de capital. El flujo del ingreso para este activo será etiquetado  $c_s^{t+s}$  donde el superíndice 't+s' indica el periodo cuando el ingreso crece y donde el subíndice 's' indica nuevamente la edad del activo. Un factor de descuento es necesario también para reflejar el hecho de que la gente prefiere el ingreso inmediato al ingreso en el futuro. El factor de descuento es etiquetado  $(1+r)$ , donde  $r$  es la tasa nominal de retorno que el portador del activo espera que el activo genere. El razonamiento económico sugeriría que este es el costo de oportunidad de los fondos atados al activo: ¿cuánto habría ganado un inversionista (ajustado el riesgo) si los fondos se hubieran invertido en cualquier otra cosa? A un mínimo, la tasa nominal de retorno debe reflejar los costos de financiamiento del activo, por ejemplo, el interés que el dueño del activo tiene que pagar por un préstamo obtenido para comprar el activo. Sin embargo, típicamente, la tasa nominal de retorno será mayor que la tasa de interés pagada sobre el financiamiento pero no es necesario detenerse en esta distinción aquí. Con las observaciones de arriba en mente, la ecuación fundamental que relaciona el valor del stock de capital de un activo con a un ingreso futuro es:

$$(1) \quad P_0^t = c_0^t/(1+r) + c_1^{t+1}/(1+r)^2 + c_2^{t+2}/(1+r)^3 + \dots + c_T^{t+T}/(1+r)^{T+1}.$$

La relación (1) ha sido formulada con los beneficios nominales y una tasa nominal de descuento. Alternativamente, podría haber sido expresada con los beneficios reales y la tasa real de descuento. En este caso, un deflactor general tal como el índice de precios al consumidor debería de ser usado para expresar los flujos futuros de ingresos y la tasa de retorno  $r^t$  sería ajustada para la tasa general de inflación. La consistencia es importante aquí y es incorrecto combinar el ingreso nominal futuro con la tasa de descuento real o viceversa.

Además, la fórmula del valor presente neto (1) asume que los pagos de ingresos son recibidos al final del periodo de cada año. Las convenciones de las cuentas nacionales sugieren que los beneficios deben ser medidos distribuidos uniformemente a través del periodo contable. Esta complicación será considerada en la parte de la implementación del *Manual*. Para la exposición conceptual presente ignoramos la complicación ya que no afecta a las conclusiones principales.

Una mayor explicación de los flujos de ingresos  $f$  podría ser útil. Para un usuario-propietario de un activo, el ingreso generado por el activo corresponde a los beneficios que el activo genera cuando es usado en la producción. En términos contables más precisos, esto corresponde al excedente bruto de operación que el propietario puede esperar por el uso del activo en la producción. Así, que el flujo de ingresos para un activo debe ser “bruto” en el sentido de que este no debe ser corregido, p.e. incluyendo la depreciación, la pérdida de valor del bien de capital por su envejecimiento. El flujo de ingresos para un activo es “neto” en el sentido de que los ingresos extra de las ventas fueron posibles porque el bien de capital generó producto adicional, se corrigen para los costos promedio del trabajo y los insumos intermedios por unidad de capital.

### 3.1.2. *Perspectiva de los costos*

En los mercados competitivos, no hay beneficios esperados residuales arriba y más allá de los costos de los insumos de capital. La implicación es que el excedente bruto de operación<sup>1</sup> – cualquiera que quede después de los insumos de trabajo e intermedios han sido pagados – serán iguales al costo del insumo de capital. Así, que el excedente bruto de operación por activo – el flujo de ingresos generado por este – se le puede dar también una interpretación de costo: más específicamente, esto corresponde al costo a usuario unitario del activo. La perspectiva del costo permite interpretar los costos unitarios al usuario como el precio de los servicios de capital: un bien de capital de un tipo particular y de una edad en particular suministra una unidad de edad y activos específica para los servicios de capital. El precio de estos servicios es  $c_s^{t+s}$  – un precio que el dueño propietario “se paga a sí mismo”.

La perspectiva del costo puede ser desarrollada directamente mediante el examen de los costos que una firma podría tener que incurrir si, al inicio de un periodo, esta compra un activo, usándolo en la producción durante ese periodo y este es vendido al final del periodo. Los siguientes elementos deberían ser considerados en el cálculo de estos costos: (i) el precio de compra del activo al inicio del periodo – si este es un activo nuevo, este sería  $p_0^t$ ; (ii) el precio de venta del activo al final del periodo, observando que el activo tiene ahora un año de viejo:  $p_1^{t+1}$ ; (iii) una tasa de descuento  $r$  para reflejar el hecho de que el capital financiero está obligado en el activo mientras que esta en uso durante el periodo. La combinación de estos elementos, los costos por usar este activo son  $p_0^t(1+r)-p_1^{t+1}$ . Estos son de hecho los costos del usuario unitarios, o el precio de los servicios de capital por el activo (ver capítulo 8 para una presentación a fondo), que han sido etiquetados  $c_0^t$ . No es difícil demostrar (ver sección 19.1) que la relación del valor presente neto (1) sigue del razonamiento acerca del uso del bien de capital durante un periodo:  $c_0^t = p_0^t(1+r)-c_1^{t+1}$ .

Cuando la secuencia  $\{c^t\}$  es interpretada como una secuencia de los costos del usuario unitarios o de los precios de los servicios de capital en la ecuación (1) se puede interpretar también como una regla para la asignación de costos a través del tiempo: el valor de un nuevo bien de capital tiene que ser distribuido a través de los periodos contables por su naturaleza como un bien de inversión. Esta asignación en el tiempo debe ser tal que los costos de periodos futuros se ajusten a los servicios de capital que sean proveídos por el activo en cada periodo y mide las cantidades y precios de los servicios de capital que cumplen exactamente con esta función.

<sup>1</sup> Los impuestos a la producción y el ingreso mixto son ignorados por el momento.

Otro vínculo importante puede ser establecido ahora que  $c_0^t$  ha sido interpretada como el precio para los servicios de capital de un activo nuevo en el año  $t$ : cuando se compara el precio de los servicios de capital de otro activo del mismo tipo pero de diferente edad, digamos de un año, es plausible establecer que la tasa de los servicios de capital  $c_0^t / c_1^t$  debe reflejar la eficiencia relativa en la producción del activo nuevo comparado con el de un año de edad.

### 3.1.3. *Perspectiva del mercado*

La relación del valor presente neto (1) puede ser formulada también para el valor de los stocks de un activo que no es nuevo, p.e. para un activo con una edad mayor a cero. Para algunos activos usados, existen mercados, para otros no hay mercados. Si existe un mercado para el activo usado, y si el activo es ofrecido para venta al precio que no parece generar una tasa satisfactoria de retorno, no habrá demanda para ese activo. Si el activo es ofrecido a un precio que parezca generar una muy alta tasa de retorno, habrá más demanda que oferta para el activo. En el primer caso, el precio será cotizado bajo, y en el segundo caso el precio será a la alza hasta que la tasa de retorno aumente o disminuya hasta un nivel “normal”. Por lo tanto, a la ecuación (1) se le puede dar también una interpretación de cómo los precios de los activos se determinan en una economía de mercado.

La ecuación (1) es central para entender el marco conceptual de este *Manual*. La fórmula del valor presente neto provee la liga entre la medición de los stock, la depreciación y los servicios de capital: el valor de los stock (neto) de una edad en particular  $s$  entra vía el precio del activo  $p_s^t$ ; la depreciación es parte del término del excedente bruto de operación por unidad de capital  $c_s^{t+s}$  que refleja el ingreso. Esto a su vez iguala a los costos unitarios a los usuarios que constituyen el precio de los servicios de capital.

## 3.2. *Relación entre los servicios de capital y los precios de los activos para un solo activo – un ejemplo numérico*

Esta sección usa un simple ejemplo numérico para transmitir las principales ideas detrás un conjunto consistente de medición del capital. La caja 1 describe los supuestos numéricos. El ejemplo empieza con la Tabla 2 que muestra como la ecuación (1) puede ser usada para calcular el precio de un activo tanto cuando es nuevo como en cada etapa de su vida útil. Varios supuestos se han hecho para construir este ejemplo.

Tomamos la perspectiva del costo aquí (ver Sección 3.1.2 arriba) aunque nada en particular depende de esto, y nosotros igualmente podríamos haber elegido como ilustración la perspectiva del mercado o la del ingreso para ilustración. La primera columna de la Tabla 2 muestra el (futuro) de los años de servicio del activo. La perspectiva tomada es desde el inicio del año 1, viendo hacia delante hasta el final de la vida útil del activo. El costo por unidad de servicios de capital que se espera produzca el activo cada año es mostrado en la tercera columna y corresponde a la secuencia de  $c_0^1, c_1^{t+1}, c_2^{t+2}$  etc. en el cálculo del valor presente (1). Hay varias formas de calcular la evolución de estos precios de los servicios de capital, dadas en la Caja 1 y sólo una opción es presentada aquí. Dos factores impactan sobre el cambio de precios de los servicios de capital: la tasa a la cual la capacidad productiva de un activo declina conforme envejece, y la tasa a la cual se desarrollan los precios de los activos. El primer efecto es capturado por el *perfil edad-eficiencia*, mostrado en la segunda columna de la Tabla. Así, durante el primer año de operación, el activo corre al 100% de su capacidad productiva, durante el segundo periodo la cifra es 88% y así sucesivamente. El perfil edad-eficiencia ha sido representado aquí linealmente y el que esto sea correcto o no es un asunto empírico.

Un auto con 6 meses de edad podría no haber perdido su eficiencia productiva pero sólo podría ser vendido al 20% de descuento en el mercado de segunda mano. Este distingue la edad-eficiencia del perfil edad precio

El segundo efecto que lleva el precio de los servicios de capital son los cambios generales en los precios de los activos. Aquellos fueron asumidos con un aumento del 2% por periodo. Los dos efectos pueden ahora ser combinados para proporcionar la secuencia (o equivalencia, al inicio del segundo año). Al inicio del tercer año, el precio de los servicios de capital ha caído a \$8.93, el producto de una declinación en la eficiencia al 88% y un 2% de aumento en la inflación del activo:  $\$10 \times 0.88 \times 1.02 = \$8.93$ . Al inicio del año 4, el precio del servicio de capital es  $\$10 \times 0.75 \times 1.02^2 = \$7.80$  y así sucesivamente.

#### Caja 1. Ejemplo numérico

En los siguientes capítulos, un ejemplo numérico será usado con base en los siguientes supuestos acerca de un activo fijo:

Vida útil de 8 años

Tasa de descuento 5 %

Precio de los servicios de capital para un nuevo activo, pagaderos al final del primer año \$10

Por simplicidad, sin inflación general

Precio del nuevo activo se espera que aumente 2% por año

Los servicios productivos del activo declinan por un monto constante durante su vida útil

Debido a que los costos de capital se acumulan en diferentes años, su valor presente tiene que ser obtenido mediante una tasa de descuento para el ingreso de cada año por un factor de descuento  $(1+r)$ , tomado como 1.05 en este ejemplo. La cuarta columna de la Tabla 2 muestra el valor de los precios de los servicios de capital, descontados al inicio del año así que el costo del primer año de \$10 es valuado  $\$10/1.05 = \$9.52$  al inicio del año 1; el pago de \$8.93 esperado al final del segundo año (o al inicio del tercer año) vale nada más  $\$8.93/1.05^2 = \$8.10$  al principio del año 2; el pago de \$7.80 esperado al final del año 3 vale nada más  $\$7.80/1.05^3 = \$6.74$  etc. El total de los precios de estos servicios de capital descontados da el valor del activo al principio del año 1, p.e. \$40.12.

**Tabla 3.1 Relación entre los precios de los servicios de capital y el valor del activo en el año 1**

Año (t)	Edad-eficiencia	Precio del servicio de capital al inicio del periodo	Precio del servicio de capital descontado al inicio del año 1
1	100.0%		
2	87.5%	10.00	9.52
3	75.0%	8.93	8.10
4	62.5%	7.80	6.74
5	50.0%	6.63	5.46
6	37.5%	5.41	4.24
7	25.0%	4.14	3.09
8	12.5%	2.82	2.00
9	0.0%	1.44	0.97
10		0.00	0.00
<b>Precio del activo al principio de año 1</b>			<b>40.12</b>

Hasta ahora, hemos considerado la valoración del activo al inicio del primer año. Después considere el mismo tipo de cálculo para un año después, p.e., al inicio del año 2 y luego dos años después y así sucesivamente. Estos son capturados en la Tabla 3 abajo. Las primeras cuatro columnas son idénticas a las de la Tabla 2 pero la quinta columna muestra el valor de los activos al principio del segundo año. Por ejemplo, el precio de los servicios de capital de \$8.93 prevalecientes en el periodo 3 es el mismo que antes pero como el tiempo ha pasado, este es ahora descontado por un periodo:  $\$8.93/1.05=\$8.50$ . El valor del activo al inicio del segundo año \$32.12; el valor al inicio del tercer año es \$24.81 y así sucesivamente. Esta

secuencia de los valores del activo pueden ser considerados como la historia del precio del activo, expresada en precios corrientes en cada periodo.

**Tabla 3.2 Relación entre precios de los servicios de capital y el valor del activo en todos los años**

Año (t)	Edad-eficiencia	Precio del servicio de capital descontado a principio de año								
		Precio del Servicio de capital al inicio del periodo	1	2	3	4	5	6	7	8
1	100.0%									
2	87.5%	10.00	9.52							
3	75.0%	8.93	8.10	8.50						
4	62.5%	7.80	6.74	7.08	7.43					
5	50.0%	6.63	5.46	5.73	6.02	6.32				
6	37.5%	5.41	4.24	4.45	4.68	4.91	5.15			
7	25.0%	4.14	3.09	3.24	3.41	3.58	3.76	3.94		
8	12.5%	2.82	2.00	2.10	2.21	2.32	2.43	2.55	2.68	
9	0.0%	1.44	0.97	1.02	1.07	1.13	1.18	1.24	1.30	1.37
10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precio del activo al inicio de año		40.12	32.12	24.81	18.24	12.52	7.74	3.98	1.37	

Con la historia del precio a mano, un vínculo importante puede ser establecido – aquel entre el perfil edad-eficiencia y el perfil edad-precio. Para mostrar este vínculo, una matriz es construida abajo con la historia de los precios de los activos en la diagonal principal (Tabla 4). Cada línea está para cada año diferente en la vida del activo y cada columna epitomiza la edad del activo.

**Tabla 3.3 Historia del precio del activo**

Año (t)	Edad del activo								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	40.12								
2	40.92	32.12							
3	41.74	32.77	24.81						
4	42.57	33.42	25.30	18.24					
5	43.43	34.09	25.81	18.61	12.52				
6	44.29	34.77	26.32	18.98	12.77	7.74			
7	45.18	35.47	26.85	19.36	13.03	7.89	3.98		
8	46.08	36.18	27.39	19.75	13.29	8.05	4.06	1.37	
9	47.01	36.90	27.94	20.14	13.56	8.21	4.14	1.39	0.00

Ahora se puede ver que en las entradas diagonales, la historia del precio del activo, combina dos efectos:

- Un movimiento (vertical) en el tiempo (desde el año 1 al 2 etc.) que refleja el cambio general del precio de la clase de activo en cuestión. Por ejemplo, el activo nuevo al inicio del año 1 tiene un precio de \$40.12; después de un año, su valor ha caído a \$32.12. el primer efecto se puede leer mediante la comparación vertical del precio de un activo nuevo en el año 1 (\$40.12) con el precio de activo nuevo en el año 2 (\$40.92). La diferencia refleja el cambio del 2% en los precios del activo nuevo subyacentes en el presente ejemplo.
- Un movimiento (horizontal) en la edad del activo (de ser nuevo – edad cero – a tener un año de edad) que refleje el cambio en el valor porque el activo se ha envejecido. En el ejemplo a mano, el efecto-edad está dado por el movimiento horizontal de \$40.92 a \$32.12 – esto es por la diferencia en el precio de un activo de un año al inicio del año 2. En términos porcentuales, el precio relativo de un activo de un año de edad comparado con un activo nuevo es  $\$32.23/\$40.92 = 78.5\%$ , el precio relativo de un activo de dos años comparado con un activo nuevo es  $\$24.81/\$41.74 = 59.4\%$  y así sucesivamente. Estas comparaciones de precios de los activos de diferentes edades para un año dado constituyen los *perfiles edad-precio* de los activos y están directamente vinculados con la depreciación. En particular, la línea para el año 9 muestra el perfil edad-precio completo del activo.

A partir de la descripción de arriba debe ser aparente que el perfil edad-eficiencia y el perfil edad-precio de una clase de activos vienen en pares, y aunque ellos puedan ser diferentes, ellos no son independientes uno de otro. Esto es importante para la implementación empírica donde el punto de partida puede ser del perfil edad-precio a partir del cual es derivado un perfil edad-eficiencia consistente o bien, un perfil edad-eficiencia a partir del cual se puede derivar un perfil edad-precio consistente. Estas dos avenidas se presentan a detalle en la Parte II de este *Manual*.

**Tabla 3.4 Edad-eficiencia lineal y el perfil edad-precio correspondiente**

	Edad								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Perfil edad-eficiencia	1.00	0.88	0.75	0.63	0.50	0.38	0.25	0.13	0.00
Perfil edad-precio	1.00	0.79	0.59	0.43	0.29	0.17	0.09	0.03	0.00

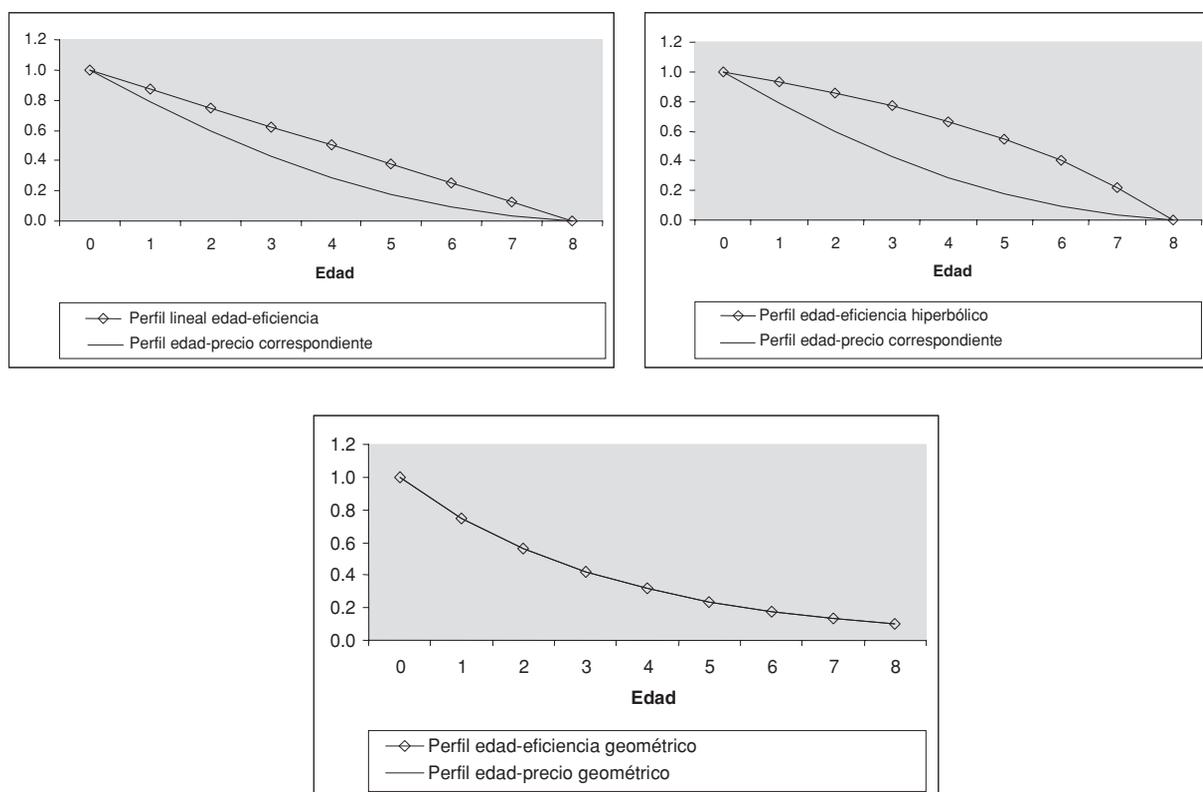
Los perfiles edad-precio y edad-eficiencia para el ejemplo numérico se muestran en la Tabla 5. El perfil edad-eficiencia es tomado directamente de la primera columna de la Tabla 2, con base en el supuesto de la declinación lineal de la eficiencia. El perfil edad-precio ha sido derivado vía la Tabla 4, mediante la comparación – para un año dado – el precio de los bienes de capital de diferentes edades con el precio de un bien de capital nuevo. Uno observa de inmediato que los dos perfiles no son idénticos. Esto puede ser observado también en la primera gráfica en la Figura 5: el perfil lineal edad-eficiencia da lugar a una curva convexa del perfil edad-precio. Desde luego, otros tipos de perfiles edad-eficiencia y edad-precio son posibles y además, el perfil de la declinación lineal de la eficiencia puede que no sea la más plausible aproximación al patrón típico de la pérdida de eficiencia de un activo conforme este envejece.

Dos casos particulares vale la pena mencionar aquí y son representados en la Figura 5. El primer caso es una versión particular de una hipérbola del perfil edad-eficiencia donde la eficiencia productiva de un activo declina a una tasa lenta en los primeros años de su vida útil y a tasas crecientes más rápidas hacia el final de la vida útil del activo. Una hipérbola del perfil edad-eficiencia da lugar a un perfil edad-precio convexa. El segundo caso especial se presenta cuando los perfiles edad-eficiencia o edad-precio declinan a una tasa constante. Se puede demostrar que en este caso, la edad-eficiencia y la edad-precio son idénticos y que ambos declinan a la misma tasa. Esto constituye unas significativas ventajas prácticas para la

implementación y cálculo de las mediciones del capital y ha sido usado en una gran mayoría de estudios empíricos de las medidas del capital y de la depreciación.

El ejemplo numérico usado aquí *asumió* una tasa de descuento de 5% para poner los cálculos en su lugar. En otras palabras, la tasa de descuento ha sido tomada de afuera como una variable exógena. Como será descrito posteriormente en este *Manual*, esta es solo una manera de obtener la tasa de descuento o la tasa de retorno. En particular, un enfoque ampliamente usado para la medición de la tasa de retorno es calcularla *endógenamente* (ver Sección 8.3). Vale la pena enfatizar en este punto que la cálculo endógena de la tasa de retorno es difícil de reconciliar con los perfiles no geométricos de edad-eficiencia y edad-precio<sup>2</sup>. Así, cuando las tasas de retorno son calculadas endógenamente, es mejor combinarlas con los perfiles geométricos edad-precio y edad-eficiencia.

**Figura 3.1 Edad-eficiencia y perfiles edad-precio correspondientes**



<sup>2</sup> Existe un problema de simultaneidad: si los perfiles edad-eficiencia y edad-precio no son geométricos, y el punto de partida para las computaciones es un perfil edad-eficiencia, es necesaria una tasa de retorno para derivar el perfil edad-precio. Pero para calcular una tasa de retorno endógena, es necesario un perfil edad-precio. En contrapartida, si el punto de partida para la implementación es un perfil edad-precio, el perfil edad-eficiencia es requerido para calcular una tasa de rendimiento endógena.

## CAPITULO 4. RETIRO DE ACTIVOS Y EL STOCK DE CAPITAL BRUTO

Hasta este punto, sólo un activo ha sido considerado. Esto es irreal porque en la práctica, existen datos sólo para clases y cohortes de activos. Una *clase* de activos junta activos similares, por ejemplo, en línea con una clasificación de productos. Una *cohorte de activos* existe cuando muchas unidades del mismo activo son invertidas durante un particular periodo contable. Incluso cuando activos idénticos son comprados en el mismo momento de tiempo, no es probable que todos ellos sean retirados en el mismo momento.

### 4.1. *Stock de capital bruto*

El stock de los activos sobrevivientes de la inversión pasada y re-valorada a precios de comprador de los nuevos bienes de capital del periodo de referencia es denominado *stock de capital bruto*. El stock de capital bruto es llamado bruto porque ha sido tradicionalmente considerado como el valor de los activos antes de deducir el consumo de capital fijo. Así, el stock de capital bruto ignora el decaimiento de los activos y considera las inversiones pasadas “como nuevas” – sólo cuando el retiro se toma en cuenta.

Aparte de ser un punto convencional de arranque para calcular el consumo del capital fijo y los stocks de capital neto, los stocks de capital bruto han sido regularmente usadas en el análisis. La inspección más cerrada de su aplicación analítica muestra, sin embargo, que ha sido usada como aproximación para los stock de capital productivo (ver abajo) más que por su propio derecho conceptual. Por ejemplo, el stock de capital bruto ha sido considerablemente usado como un amplio indicador de la *capacidad productiva* de un país, o ha sido comparada con el valor agregado para calcular las *razones capital-producto*; finalmente, el stock de capital bruto ha sido usado a veces como una medida de *insumo de capital* en los estudios de productividad multi-factorial. Una de las primeras publicaciones de la OCDE sobre la materia (Ward 1976), propone un stock de capital bruto *ajustado a la eficiencia* lo cual es equivalente al concepto del stock de capital productivo.

Sólo en el caso especial donde todos los activos mantienen su eficiencia productiva total hasta que ellos se desintegran (el patrón “one-hoss-shay”) el stock de capital bruto proveería una indicación de la importancia del capital en la producción. Existe un número de activos que muestran concebiblemente dicho patrón, ciertos edificios podrían ser parte de esta categoría y estructuras tales como estacionamientos o almacenes. Aunque esta observación tiene que ser calificada en el sentido de que sólo se mantiene para un único tipo de activo. Además, cuando los stocks brutos de diferentes tipos de activos son agregados para producir un stock bruto a lo ancho de la industria o a lo ancho de la economía, procede la agregación con ponderaciones que reflejen los precios de mercado “como nuevos”. Esto constituye una diferencia fundamental en el proceso de agregación empleado para los stocks productivos y para los servicios de capital los cuales están basados en un conjunto diferente de ponderaciones, reflejando los costos del usuario del capital.

### Caja 2. Valoración de los stocks de capital

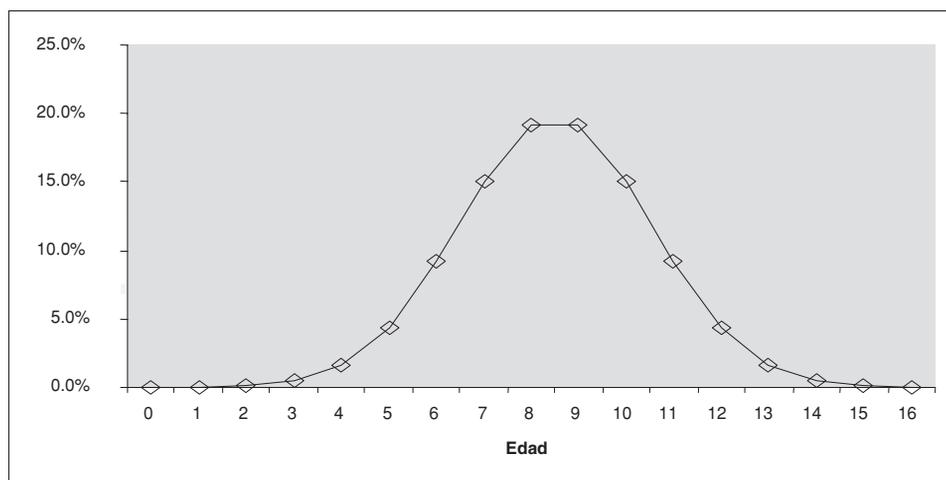
Activos que pueden ser valuados en dos tipos de precios:

- **Precios históricos**, que significan que los activos son valuados a los precios en los cuales los activos fueron adquiridos originalmente. La valoración histórica implica que los diferentes años no pueden ser agregados porque cada uno está con una base de precios diferente. La valoración de los precios históricos es el procedimiento usual en la contabilidad de las compañías. Esto se hace porque los precios históricos pueden ser objetivamente verificados mediante el examen de los recibos relacionados con las compras de los activos. Estas ventajas, sin embargo, son canceladas por el hecho de que los activos que han sido adquiridos en fechas diferentes han sido valuados a precios diferentes así que cuando los precios están aumentando/bajando los activos adquiridos más recientemente tienen dado un peso mayor/menor que el de aquellos adquiridos en periodos anteriores. Los stocks de capital valuados a precios históricos no pueden ser comparados con la contabilidad nacional u otras estadísticas económicas que son expresadas a precios de un solo periodo.
- **Los precios de un periodo de referencia**, que significan que los activos son valuados a los precios de un periodo en particular. La agregación significativa de los activos de diferente edad a un stock requiere de un vector de precios que sea aplicado y que distinga entre activos de diferente edad y de diferentes tipos pero que se refiera al mismo periodo o al mismo momento de tiempo. El periodo de referencia puede ser cualquier periodo, ya sea el periodo contable presente o el periodo pasado. Observe que la distinción entre precios “corrientes” y “constantes” no ayuda en el caso de la medición de los stock: las mediciones de los flujos pueden ser útilmente expresadas a precios corrientes (no se requieren deflatores) o a precios constantes (deflactor requerido). Las mediciones del stock, por otra parte, nunca pueden ser construidas sin índices de precios. Aunque los stocks fuesen valuados con los precios del periodo actual, es necesario reevaluarlas al periodo presente todos los activos del año anterior. El *Manual* evita por lo tanto, la distinción entre precios “corrientes” y “constantes” en relación con los stock y se referirá a los stock valuados a precios de un periodo particular de referencia, sea este el más reciente o un periodo en el pasado. La valoración a precios del periodo corriente es a veces denominado como valoración al costo de “reemplazo” corriente, pero el calificativo “reemplazo” presenta cuestiones acerca de cómo exactamente está siendo reemplazado. Por esta razón la palabra reemplazo no es usada en el *Manual*.

#### 4.2. Perfil de retiro y vida de los activos

El stock de capital bruto puede ser estimado de varias maneras. Por mucho la más común es el método de inventario permanente que implica la acumulación de capital pasado y la deducción del valor de los activos que han alcanzado el final de su vida útil. Para este fin, un perfil del retiro o mortalidad es requerido para modelar el proceso de retiro de una cohorte de activos a través del tiempo. Un parámetro clave en el perfil de retiro es el promedio de la vida útil de la cohorte. La parte II de este *Manual* lista perfiles alternativos de mortalidad y describe formas de cómo estimar las vidas de servicio. Para el presente propósito de demostrar los conceptos, nosotros simplemente usamos una distribución normal del retiro como la que se presenta en la Figura 6. Esta describe la probabilidad marginal de retiro de una cohorte de activos, con la probabilidad más alta de retiro alrededor de los ocho años de edad, el promedio de la vida útil del ejemplo a mano. El área bajo la distribución normal suma el 100%, p.e. después de unos 16 años es casi seguro que casi todos los activos de la cohorte se habrán retirado. Las distribuciones de retiro pueden ser truncadas para fijar una vida máxima de servicio y en el presente ejemplo esto podría ser establecido a los 16 años.

Figura 4.2 Ejemplo de distribución de retiro



La función de retiro puede ser expresada de manera acumulativa, p.e. mediante la suma de probabilidades sucesivas de retiro durante la vida útil de la cohorte. El resultado se explica mejor al observar la Tabla 6. Esta muestra la secuencia de la inversión en la misma clase de activo durante un periodo de 16 años. La quinta columna representa a la probabilidad de supervivencia de los activos que fueron comprados durante esos 16 años. Observe que la probabilidad de supervivencia es justamente uno menos la probabilidad de retiro. Suponga que el año actual (el último) es el año 16. Entonces, la probabilidad de supervivencia de los bienes de inversión comprados en el año 16 es uno, p.e., hay certeza de supervivencia del primer periodo. Existe la probabilidad de aproximadamente el 84% de que los activos que fueron comprados hace 8 años estén todavía en servicio. Pero sólo a un 0.6% de probabilidad para el año 16 de que la cohorte esté todavía operando. Con este patrón de supervivencia a mano, se puede calcular el stock de capital bruto, con base en el método de inventario permanente. La primera columna de la Tabla 6 muestra el gasto de inversión durante los últimos 16 años, a precios históricos. Con el índice de precios de los bienes de capital (tercera columna), estos datos son convertidos en unidades comparables, valuados a precios del año 16 (cuarta columna). Después, el patrón de supervivencia es usado para ponderar las cohortes pasadas por su probabilidad de supervivencia con el resultado presentado en la columna seis. Después de sumar esta última columna, uno obtiene el stock de capital bruto a precios del periodo 16.

**Tabla 4.1 Perfil de retiro y stock de capital bruto**

Año (t)	Inversión a precios históricos	Índice de precios de bienes de capital (nuevos)	Inversión a precios del año 16	Patrón de sobrevivencia	Inversión a precios de año 16, ponderados con El patron de retiro
1	500	1,000	672,9	0,0060	4,0
2	800	1,020	1055,6	0,0225	23,8
3	1000	1,040	1293,6	0,0666	86,1
4	600	1,061	760,9	0,1584	120,6
5	500	1,082	621,7	0,3083	191,7
6	700	1,104	853,3	0,4998	426,4
7	750	1,126	896,3	0,6912	619,6
8	900	1,149	1054,5	0,8411	886,9
9	1200	1,172	1378,4	0,9330	1286,0
10	1000	1,195	1126,2	0,9770	1100,3
11	1100	1,219	1214,5	0,9936	1206,7
12	1200	1,243	1298,9	0,9984	1296,9
13	1100	1,268	1167,3	0,9995	1166,8
14	1000	1,294	1040,4	0,9997	1040,1
15	900	1,319	918,0	0,9998	917,8
16	800	1,346	800,0	1,0000	800,0
Stock bruto 31/Dic./año 16 a precios promedio del año 16					11173,6

### 4.3. *Perfiles combinados edad-eficiencia/retiro*

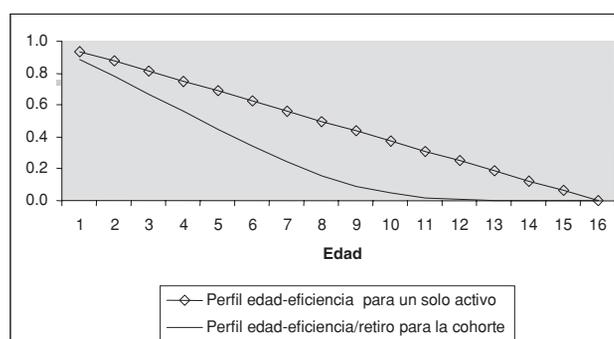
Las distribuciones de retiro tienen que ser tomadas en cuenta también cuando las funciones edad-precio son derivadas de las funciones edad-eficiencia como se mostró en la sección 3.2. Esto significa que los perfiles edad-precio derivados ahí son perfiles edad-precio *condicionada a la sobrevivencia del activo*. Si un perfil edad-precio es construido para una cohorte entera, la distribución de retiro tiene que ser tomada en cuenta lo que requiere la construcción de un perfil combinado edad-eficiencia/retiro. A partir del perfil de esta cohorte edad-eficiencia el perfil de una cohorte edad-precio puede ser derivado, en línea con los métodos de arriba. El perfil edad-precio resultante toma entonces en consideración las probabilidades de sobrevivencia de los activos. El precio de un activo ajustado para la probabilidad de sobrevivencia será menor que el precio de un activo sin dicho ajuste, p.e. condicionado a la supervivencia. Alternativamente, un perfil de retiro puede ser combinado con un perfil edad-precio para obtener una función edad-precio para una cohorte. A partir de este perfil combinado edad-precio/retiro, se puede derivar el correspondiente perfil edad-eficiencia. Observe que en general las dos avenidas no producen los mismos resultados. Esto se demuestra formalmente en el Anexo 4.

Si uno empieza por el lado edad-eficiencia, un perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte de activos es calculado mediante anexar una ponderación de probabilidad a los diferentes índices edad-eficiencia. Por ejemplo, al final del primer año de servicio hay cierta probabilidad de que algunos activos serán retirados. Por lo que, su perfil edad-eficiencia ha disminuido rápidamente llegando a cero. Existe un segundo juego de activos cuya edad-eficiencia ha disminuido ligeramente menos rápido que el primer grupo porque es probable que sean retirados al final del segundo periodo. Existe un tercer grupo con una expectativa de retiro al final del tercer periodo con su correspondiente perfil edad-eficiencia y así sucesivamente. Para cada punto en el máximo de la vida útil de la cohorte, es calculado un perfil combinado edad-eficiencia/retiro ponderando cada perfil edad-eficiencia por su probabilidad de retiro dada por la distribución de retiro. Para una exposición completa ver las Secciones 13.2, 13.3 y el Anexo 4 de este *Manual*.

**Aunque los perfiles de depreciación para un solo activo son lineales, los perfiles de depreciación para toda una cohorte toman la forma convexa. Razonando en términos de un solo activo no es por tanto una buena guía para el perfil de depreciación de toda una cohorte.**

Un punto central es que este procedimiento implica que el perfil edad-eficiencia para la cohorte *como un todo* es diferente del perfil edad-eficiencia de un activo individual. La Figura 7 muestra esta diferencia para la función lineal edad-eficiencia usada en el ejemplo numérico en este capítulo y para una función log-normal de retiro. A pesar del hecho de que el perfil para un activo individual es lineal, el perfil edad-eficiencia para la cohorte como un todo es convexo. La conclusión es que el perfil geométrico edad-eficiencia/retiro puede ser una buena aproximación para una familia de perfiles edad-eficiencia/retiro para cohortes enteras. Como la eficiencia geométrica y los patrones de depreciación facilitan inmensamente los procesos computacionales para los stocks de capital y los servicios de capital, esta es una consideración práctica importante.

**Figura 4.3 Perfil edad-eficiencia para un solo activo y para una cohorte de activos**



Para el resto de la discusión en la Parte I de este Manual, la distinción entre los perfiles edad-eficiencia para un solo activo y para una cohorte entera de activos será mantenida, en particular para la discusión de la depreciación y el stock neto.

## CAPITULO 5. DEPRECIACIÓN O CONSUMO DE CAPITAL FIJO

### 5.1. Concepto y alcance

La depreciación es la pérdida en valor de un activo o clase de activos, conforme envejecen. La depreciación es un concepto de flujo y como tal comparte características clave tales como los principios de valoración de otros flujos en las cuentas nacionales. Económicamente, la depreciación es descrita mejor como una deducción del ingreso para contabilizar la pérdida de valor de capital debido al uso de los bienes de capital en la producción.<sup>3</sup> El significado del valor usado en la producción explica también porque el “Consumo de capital fijo” (CCF) (o CFC, por sus siglas en inglés) ha sido usado como sinónimo para la depreciación en el SCN 1993. Similarmente, en las cuentas nacionales de los EE.UU., el término “consumo de capital” ha sido empleado.

Las medidas de la depreciación, interesantes por sí mismas, tienen un propósito primario para mover varias medidas “brutas” de los flujos económicos hacia la correspondiente variable “neta”, en particular para la producción y el ingreso (producto neto doméstico, valor agregado neto) y un número de variables de demanda tales como, la inversión neta. Esto es más que una simple línea de contabilidad adicional porque las mediciones tienen una función particular que jugar en el análisis. En particular, las medidas netas permiten un análisis que es más cercano a la perspectiva del bienestar<sup>4</sup> que las medidas brutas que tienden a reflejar una perspectiva por el lado de la oferta. El aspecto “neto” es también de relevancia particular en conjunción con las medidas del stock. Como es explicado en el Capítulo 6, el stock de capital neto es una medida de riqueza que provee otro vínculo con el bienestar económico. Para medir los stocks de capital neto de muchos activos, las medidas de la depreciación son indispensables.

**Un propósito importante de la medición de la depreciación es para pasar de las medidas brutas a las netas en las cuentas así que la variable relevante al bienestar el “ingreso neto” pueda ser examinada**

El consumo de capital fijo es un costo de producción. La definición general de CCF está dada en la revisión del Sistema de Cuentas Nacionales de 1993, en el Capítulo 6:

*“El consumo de capital fijo es la declinación, durante el curso del periodo contable, a valor corriente del stock de activos fijos poseídos y usados por un productor como un resultado del deterioro físico, obsolescencia normal o daño accidental normal. [...] Pérdidas debidas a guerra o desastres naturales mayores que ocurren muy infrecuentemente [...] no son incluidos bajo el consumo de capital fijo [...] Los valores de los activos perdidos de estas maneras son registrados*

<sup>3</sup> Ver Triplett (1996) para una descripción completa de la interpretación de la depreciación.

<sup>4</sup> El primero en establecer formalmente, el vínculo de un modelo basado entre el producto interno neto y el bienestar económico fue Weitzman (1976). Sin embargo, el hecho básico de que las variables netas son más relevantes para las discusiones sobre el bienestar que la medidas brutas ha estado circulando en la profesión económica desde hace mucho (ver Marshall, 1890 y Pigou 1924 por ejemplo).

*como otros cambios en el volumen de las cuentas de activos [...] El consumo de capital fijo es definido en el Sistema de una manera que sea teóricamente apropiada y relevante para los propósitos del análisis económico. Su valor puede desviarse considerablemente de la depreciación como se registra en la contabilidad empresarial o como se permite para propósitos fiscales, especialmente cuando hay inflación.”*

Algunas clasificaciones son necesarias:

- Primero, una declinación en el valor durante el periodo contable puede ser entendida como la suma de dos componentes, como ha sido indicado en la Sección 3.2. Un componente es el cambio en el precio que refleja el movimiento en el precio de la clase de activo en consideración, *dada una edad en particular* (y es medida, por ejemplo, mediante la comparación del precio de un activo nuevo al inicio del periodo con el precio de un nuevo activo al final del periodo). Otro componente es el cambio en el precio que refleja el envejecimiento del activo *dado un particular nivel de precios para la clase de activos* (y medido, por ejemplo, mediante la comparación del precio de un activo nuevo con el precio de un activo de un año de edad). Ya sea que sólo la última medida deba ser usada para capturar la depreciación o ya sea que el movimiento en el precio anterior deba ser incluido en una medición de la depreciación, tiene que ser sujeto a debate y será discutida ampliamente en la sección sobre la “depreciación y obsolescencia”. En este punto es suficiente con señalar que el presente *Manual* captura la depreciación como el cambio en el precio debido al envejecimiento, por lo que se controlan todos los movimientos en los precios de los activos. Esto encaja con la idea de las cuentas nacionales que los flujos económicos dentro de un periodo deben ser medidos con respecto a un conjunto dado de precios promedio de este periodo, expresado también en el SCN: “*El consumo de capital fijo tiene que ser medido con referencia a un conjunto dado de precios, p.e. los precios promedio del periodo.*”
- Segundo, “daño accidental normal” se refiere a los tipos de accidentes que son comúnmente encontrados cuando los activos son usados en la producción. Los daños accidentales incluyen casos donde el activo ha sido bastante dañado por lo que ha sido prematuramente desechado. El equipo de transporte es particularmente vulnerable a daños de este tipo y cuando las vidas útiles para este tipo de activos es estimada ellas tienen que reflejar la probabilidad de un desecho prematuro por pérdidas accidentales.
 

En este *Manual*, los términos “consumo de capital fijo” y “depreciación” son usados intercambiabilmente porque ellos reflejan los mismos conceptos. Los contadores nacionales usan el primero, mientras que los analistas económicos están más identificados con el último.
- Tercero, la definición de arriba implica, sin establecerlo explícitamente que, la obsolescencia “anormal” o inesperada es excluida también del consumo de capital fijo. Obsolescencia anormal significa aquí obsolescencia imprevista y puede ocurrir ya sea por cambios tecnológicos inesperados o cambios en los precios relativos de los insumos. Los precios relativos pueden cambiar después de los eventos en los mercados de productos o de factores, por ejemplo, los cambios en las preferencias de los consumidores. Otras razones son de naturaleza tecnológica: la introducción de calculadoras electrónicas en la década de los 60 es un ejemplo de un desarrollo imprevisto, que resulto en una fuerte y repentina caída en el valor de los stocks existentes de las calculadoras electromecánicas. El choque petrolero de 1973 es un ejemplo de un cambio drástico en los precios relativos de un insumo, que posiblemente condujeron al reemplazo prematuro en algunos países del uso de equipo ineficiente que usaba petróleo por modelos más eficientes o por activos que usan otras fuentes de energía. El desecho prematuro de activos, que se presenta a partir de la obsolescencia imprevista, es tratado de la misma manera que las pérdidas debidas a

las guerras o calamidades naturales y es mostrado en la cuenta de “Otros cambios en el volumen de activos”.

- Cuarto, el cálculo del consumo de capital fijo debe tomar en cuenta los valores observados de los activos de segunda mano cuando ellos son activamente comercializados. Cómo la información de los mercados de segunda mano puede ser usada para determinar los perfiles de depreciación esto se describe en el Capítulo 15. Sin embargo, hay muchos activos para los cuales no hay o no son representativos los mercados de segunda mano, dificultando la medición de los perfiles de depreciación. En dichos casos, los patrones de depreciación podrían ser considerados como una manera de asignar los gastos de formación de capital fijo sobre la vida útil del activo. Dicha asignación debe ser mirando hacia adelante y no hacia atrás y debe ser proporcional a los flujos de ingresos esperados generados por el activo durante su vida útil.<sup>5</sup>

## 5.2. Medición de la depreciación

La medición de la depreciación está directamente asociada con el perfil edad-precio de un activo o de una cohorte de activos. La tasa de depreciación de un activo de un  $s$ -año de edad es la diferencia entre el precio de un activo de un  $s$ -año de edad y de un activo  $s+1$  año de edad, expresado como una proporción del activo de un  $s$ -año de edad. En este cálculo, ambos el precio del activo con un  $s$ -año de edad y el precio de un activo  $s+1$  de edad son medidos como los precios promedio del periodo contable. Por lo tanto, en el ejemplo de la historia de precios de un activo en la Tabla 4, las tasas de depreciación son medidas por comparación de los valores a través de las líneas. Por ejemplo, la tasa de depreciación para un activo de un año es  $(40.92-32.12)/40.92$ , o alrededor del 21%, la tasa de depreciación para un activo de dos años es alrededor del 24%. Observe que en este ejemplo numérico, las tasas de depreciación se aceleran. Esta es una consecuencia directa del hecho de que la función edad-precio fue derivada consistentemente de la supuesta función lineal edad-eficiencia.

La Tabla 4 está basada en los perfiles de eficiencia y precio de un solo activo. La descripción en el capítulo precedente sobre el retiro mostró, sin embargo, que realísticamente los perfiles edad-precio para las cohortes enteras debe usarse, lo que refleja las distribuciones de retiro. Por lo tanto, justo como el perfil edad-precio para un simple activo puede ser consistentemente derivado de un perfil edad-eficiencia para uno solo, un perfil edad-precio para toda una cohorte puede ser derivado de un perfil edad-eficiencia para toda una cohorte. El cálculo es exactamente como en la Tabla 4 para un solo activo.

La transición de la perspectiva de un solo activo a la perspectiva de una cohorte es mostrada en la Tabla 7. La primera columna representa la edad de los bienes de inversión. La Tabla se lee mejor empezando en la tercera columna que repite la función de edad-eficiencia para el caso de un solo activo con una vida útil de ocho años – el mismo patrón fue resumido en la Tabla 5. Cuando pasamos de un solo activo a una cohorte, otras vidas útiles de los activos tienen que considerarse para reflejar la heterogeneidad de los bienes de capital dentro de una cohorte. La segunda y cuarta columna en la Tabla 7 muestran ejemplos de las funciones edad-eficiencia para diferentes vidas de servicio – 1 año y 16 años –. Para la cohorte de activos a mano, 8 años han sido considerados como el promedio de la vida útil y 16 años como el máximo de la vida útil. Para construir el perfil edad-eficiencia para la cohorte *como un todo*, una probabilidad-ponderada

<sup>5</sup> Los montos asignados de esta manera no son una medida completa del costo del capital – ellos ignoran los cambios en los precios y en las tasas de interés, justamente la parte de la anualidad que corresponde al reembolso del principal de un préstamo es una estadística insuficiente para el costo mensual del préstamo. Observe que también en el Sistema de Cuentas Nacionales (Capítulo 6) se establece explícitamente que “a menos que la depreciación sea usualmente calculada en la contabilidad empresarial, el consumo de capital fijo no lo es, al menos en principio, un método para asignar los costos de los gastos pasados en los activos fijos sobre subsecuentes periodos contables. En otras palabras, la depreciación es una medida que mira hacia adelante que está determinada por el futuro, no por eventos pasados.

promedio de las funciones edad–eficiencia con diferentes vidas útiles ha sido construido. Cómo exactamente esto es obtenido y cuales posibilidades hay para su cálculo es explicado a detalle en la Sección 13.3. Para el simple ejemplo a mano, es suficiente decir que el resultado es una combinación del perfil edad–eficiencia/retiro para la cohorte como un todo el cual se muestra en la segunda columna de la derecha. Finalmente, la última columna en la Tabla 7 representa el perfil edad-precio que corresponde a su perfil combinado edad-eficiencia/retiro. Este ha sido derivado de un perfil edad-eficiencia/retiro combinado precisamente de la misma manera que ha sido derivado un perfil edad-precio para un solo activo que haya sido derivado de un perfil edad-eficiencia para un solo activo (Tabla 2 a Tabla 5). El perfil edad–precio para una cohorte es el punto de partida para el cálculo de la depreciación y de los stocks netos.

Antes de dirigirnos a mostrar cómo se calcula la depreciación, se observa en la Tabla 7, los perfiles edad-precio para una cohorte que han sido derivados del perfil edad-eficiencia. Esta es una manera de construir un conjunto de medidas de capital consistentes. Alternativamente, el punto de partida pueden ser los perfiles edad-precio para los activos individuales, por ejemplo, las oficinas de estadística a menudo han usado la función edad-precio linealmente decreciente, p.e., los valores absolutos constantes de la depreciación sobre la vida útil de un activo. Uno observa que si el punto de partida es una depreciación particular o un patrón edad-precio, un perfil edad-eficiencia consistente (y generalmente no lineal) ha tenido que ser derivado. Para una descripción más detallada, el lector es referido al Capítulo 10.

**Las tasas de depreciación y los perfiles de depreciación son diferentes maneras de presentar el perfil edad–precio de un activo, con el contenido exacto de la misma información**

**Tabla 5.1 Perfiles edad-eficiencia y edad-precio para una cohorte**

Edad del bien de inversión	Perfil de edad-eficiencia para un solo activo con vida útil de				Perfil edad-eficiencia/retiro para la cohorte	Perfil Edad/precio Para la cohorte	
	1 año	....	8 años	....			16 años
15	..		..		0.06	0.00	0.00
14	..		..		0.13	0.00	0.00
13	..		..		0.19	0.00	0.00
12	..		..		0.25	0.01	0.00
11	..		..		0.31	0.02	0.01
10	..		..		0.38	0.05	0.02
9	..		..		0.44	0.09	0.03
8	..		0.00		0.50	0.16	0.07
7	..		0.13		0.56	0.24	0.11
6	..		0.25		0.63	0.34	0.18
5	..		0.38		0.69	0.45	0.27
4	..		0.50		0.75	0.56	0.38
3	..		0.63		0.81	0.67	0.50
2	..		0.75		0.88	0.78	0.65
1	0.00		0.88		0.94	0.89	0.82
0	1.00		1.00		1.00	1.00	1.00

Ahora continuamos con la descripción de la medición de la depreciación mediante la introducción de las *tasas de depreciación*. Las tasas de depreciación se muestran en la tercera columna de la Tabla 8 y son simplemente una manera de expresar el perfil edad-precio para toda la cohorte que fue derivada en la Tabla 7: para cada edad, la tasa de depreciación muestra la diferencia en el valor entre edades sucesivas como un porcentaje del activo más joven. Por lo tanto, la tasa de depreciación para un activo de un año de edad es la diferencia en el precio entre un activo de un año de edad y un activo de dos años de edad expresada como un porcentaje del valor del activo de un año de edad – 20.3% para el ejemplo a mano.

Para propósitos de cálculo otra transformación es útil, a saber, calcular *perfiles de depreciación basados en los valores de activos nuevos*. Lo último refleja la pérdida del valor de un activo conforme envejece, expresado como porcentaje del valor del activo *nuevo*, como es mostrado en la Tabla 8. Para un activo nuevo, las tasas de depreciación y los perfiles de depreciación coinciden (18.4%) pero para otras edades, ellas son diferentes. Por ejemplo, el 16.5% del perfil de depreciación para un activo de un año es calculado como la tasa de depreciación para un activo de un año de edad multiplicado por uno menos la tasa de depreciación para un activo nuevo, p.e.  $0.203*(1-0.184)=0.165$ . Similarmente, para un activo de dos años, uno obtiene  $0.225*(1-0.203)*(1-0.184)=0.147$  etc. El único propósito de transformar las tasas de depreciación “normal” en perfiles de depreciación basados en los valores de los activos nuevos si es uno es de conveniencia computacional, como se describirá actualmente, y para ser capaz de establecer vínculos con la práctica existente de calcular el CCF en las cuentas nacionales.

**Tabla 5.2 Tasa de depreciación y perfil de depreciación**

Edad del Bien de inversión	Perfil edad-precio para la cohorte	Tasa de depreciación	Perfil de depreciación
15	0.000	1.000	0.000
14	0.000	0.825	0.000
13	0.001	0.775	0.000
12	0.002	0.723	0.001
11	0.006	0.668	0.004
10	0.015	0.608	0.009
9	0.034	0.546	0.018
8	0.066	0.484	0.032
7	0.114	0.425	0.049
6	0.182	0.372	0.068
5	0.269	0.325	0.088
4	0.377	0.286	0.108
3	0.504	0.253	0.127
2	0.651	0.225	0.147
1	0.816	0.203	0.165
0	1.000	0.184	0.184

Existen dos, formas equivalentes de calcular el nivel de depreciación – uno que usa las tasas de depreciación directamente y uno que opera vía los stock de capital neto o riqueza<sup>6</sup>. Considérese la segunda operación primero. Esto nos obliga a anticiparnos que, bajo el método del inventario permanente (descrito con amplitud en los Capítulos 6 y 10), el stock neto para un tipo particular de activos es construido por la acumulación de flujos de inversión pasados con la función edad-precio como patrón de ponderación. Esto es simulado en las primeras seis columnas de la Tabla 9: el año para el cual la depreciación ha de ser calculada es el año 17 y la segunda columna lista el gasto de inversión en un tipo particular de activo durante los años 1 al 17. La inversión es valuada a los precios promedio del año 16 – un año de referencia que ha sido escogido arbitrariamente –. La columna tres exhibe el perfil combinado edad-precio/retiro que se aplica al final del año 16: inversión (p.e. formación bruta de capital fijo – FBCF) (GFCF, por sus siglas en inglés) durante el año 16 tiene una ponderación de 1; FBCF durante el año 15 tiene una ponderación de 0.816 y así sucesivamente. La columna cuatro exhibe el perfil edad-precio/retiro desde la perspectiva del final del año 17 – la inversión del año 17 entra con un coeficiente de 1, la inversión del año 16 con un coeficiente de 0.816 y así sucesivamente. En la columna cinco, los flujos de inversión pasados son ponderados con un perfil edad-precio que se aplica al final del año 17. Sumando las columnas y los seis rendimientos el stock neto al inicio (columna 5) y al final (columna 6) del año 17, valuados a los precios promedio del año 16.

Tabla 5.3 Cálculo de la depreciación

Año (t)	Inversión a precios del año 16	Perfil edad-precio año 16	Perfil Edad-precio año 17	Inversión pasada ponderada por perfil edad-precio		Perfil de depreciación	Inversión pasada ponderada por perfil de depreciación
				Año 16	Año 17		
1	672.9	0.000	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
2	1055.6	0.000	0.000	0.1	0.0	0.000	0.1
3	1293.6	0.001	0.000	0.7	0.2	0.000	0.6
4	760.9	0.002	0.001	1.5	0.4	0.001	1.1
5	621.7	0.006	0.002	3.7	1.2	0.004	2.5
6	853.3	0.015	0.006	13.1	5.1	0.009	8.0
7	896.3	0.034	0.015	30.3	13.8	0.018	16.6
8	1054.5	0.066	0.034	69.2	35.7	0.032	33.5
9	1378.4	0.114	0.066	157.3	90.4	0.049	66.9
10	1126.2	0.182	0.114	204.5	128.5	0.068	76.1
11	1214.5	0.269	0.182	326.9	220.6	0.088	106.3
12	1298.9	0.377	0.269	489.4	349.6	0.108	139.8
13	1167.3	0.504	0.377	588.5	439.8	0.127	148.7
14	1040.4	0.651	0.504	677.2	524.5	0.147	152.6
15	918.0	0.816	0.651	749.4	597.5	0.165	151.9
16	800.0	1.000	0.816	800.0	653.0	0.184	147.0
17	1176.5		1.000		1176.5		
				4111.9	4236.9		<b>1051.5</b>
Durante año 17:							
Cambio en los stocks de riqueza a precios del año 16					125.0		
De las cuales la inversión a precios del año 16					1176.5		
De las cuales la depreciación a precios del año 16					<b>-1051.5</b>		

<sup>6</sup> Las palabras “stock neto” y “stocks de riqueza” son usadas intercambiabilmente en este *Manual* (ver Capítulo 6).

Para calcular la depreciación, el cambio total entre los stock de riqueza entre el inicio y el periodo final 17 es fácilmente calculado como 125 unidades monetarias. Esta diferencia puede ser desagregada en inversión y depreciación (todo medido sobre la misma base de precios), y esto es establecido fácilmente que la depreciación durante el periodo 17 tiene que ser \$1051.5 dado un flujo de inversión de \$1176.5 y el cambio en los stock de riqueza de \$125. Como todo ha sido expresado a precios del periodo 16, la depreciación del periodo 17, expresado a precios corrientes del periodo 17, es obtenido multiplicando el cambio en el precio de los bienes de inversión entre los periodos 16 y 17.

Existe una segunda, manera equivalente de calcular la depreciación y usa directamente el perfil de la depreciación mostrado en la Tabla 8. Más específicamente, el perfil de la depreciación es aplicado directamente a las series de inversión pasada. Este cálculo puede ser visto en la columna 7<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> de la Tabla 9. La suma de los flujos ponderados es igual a 1051.5, el valor de la depreciación en el año 17, expresado en precios del año 16.

### 5.3. Precio y volumen de la depreciación

Los cálculos de arriba fueron llevados a cabo para un tipo particular de activos, y la división precio-volumen es directa mediante la aplicación del índice apropiado (ajustado a calidad) de la clase de activos bajo consideración. Dividiendo la depreciación agregada (p.e. la suma de la depreciación a través de todos los activos) en un componente de precio y volumen es ligeramente más complejo y será atendido en la Sección 8.3.3.

### 5.4. Depreciación y obsolescencia

Fue mencionado anteriormente que, junto con el deterioro físico, la depreciación debe incluir la obsolescencia “normal” o “prevista”. La cuestión es cómo definir la obsolescencia y como asegurar que esta es parte de la medición de la depreciación ha sido recientemente discutido (Hill 2000, 2003, Diewert 2005, Ahmad et al. 2005, Schreyer 2005, Diewert & Wykoff 2006) con diferentes propuestas para la medición de la depreciación.

Una definición representativa de la obsolescencia de la literatura es “...la pérdida de valor en el capital existente porque no es tecnológicamente adecuado a las condiciones económicas o porque alternativas técnicas superiores están disponibles” (Hulten & Wykoff 1981 p. 225). La obsolescencia es típicamente descrita como un fenómeno de valor, no uno que afecte a los servicios físicos proporcionados por un bien de capital. Sin embargo, la frontera entre los efectos del valor y los efectos físicos pueden ser borrosos:

- Conceptualmente, la obsolescencia incluye también casos complejos por los cambios en los precios relativos de otros insumos así que el activo bajo consideración ya no es adecuado para las condiciones económicas. Una máquina intensiva en energía puede quedar obsoleta si los costos de la energía en relación a otros insumos o una mina de carbón puede quedar obsoleta si el precio del carbón se vuelve no competitivo. Dicha obsolescencia se traducirá en un acortamiento de la vida útil de los activos y afecta el valor del activo así como también el flujo general de los servicios que este provee. Diewert & Wykoff (2006) han nombrado los cambios a la baja en el precio del capital especializado debido a cambios en la demanda *cargo de desincorporación por obsolescencia* ya que puede ocurrir aunque no aparezcan en el mercado modelos nuevos o mejorados del insumo de capital.
- Cuando la obsolescencia está vinculada a la introducción de nuevos o mejorados modelos, es el caso del *cargo de la obsolescencia incorporada* en la terminología de Diewert & Wykoff (2006). Debido a que la obsolescencia incorporada está directamente vinculada al cambio de calidad, el uso de índices de precios ajustados a la calidad son una herramienta por la cual el volumen de los

activos con diferentes características puedan ser comparables. Por ejemplo, cuando los datos de inversión para años sucesivos son usados para construir medidas de depreciación, los índices ajustados a la calidad son aplicados para la deflación. Esto implica que el volumen de la inversión de años anteriores es escalado a la baja a unos nuevos porque las series de tiempo de la inversión son convertidas a unidades estándar de eficiencia. Por lo tanto, aunque la eficiencia productiva de un viejo bien de capital pueda no cambiar, las mejoras a la calidad en los nuevos bienes de capital conducen a una reducción en la medición del volumen para el viejo bien de capital, cuando es expresado en nuevas unidades equivalentes de eficiencia.

A riesgo de sobre simplificar el debate, un principal problema ha sido si las mediciones de la depreciación sólo comprenden la diferencia en el valor entre los activos de diferente edad en un periodo dado (“depreciación cruzada”) o si la medición de la depreciación debe incluir también los ajustes esperados a la baja en los precios reales de los activos entre los periodos. La inclusión de un segundo elemento, abocado para ejemplo por Hill (2000), fue motivado por la idea de que las caídas seculares en los precios reales de los activos son indicativos de el cambio tecnológico encarnado que hace que los activos sean relativamente más baratos a través del tiempo. Esta es una expresión de obsolescencia y por lo tanto, debe formar parte de la medición de la depreciación, como la depreciación debe reflejar la obsolescencia. Por otra parte, importantes capítulos de la literatura sobre depreciación<sup>7</sup> siempre han definido y medido la depreciación excluyendo la declinación en los precios reales de los activos.

Una de las conclusiones del debate fue puede que no haya una sola medida “correcta” de la depreciación pero las diferentes cuestiones analíticas pueden dar lugar a diferentes nociones de la depreciación. Una manera de ver a la depreciación es como el monto el valor de los activos es perdido debido a su uso en la producción o los medios que es necesario dejar de lado para mantener la capacidad de una economía intacta. Otra manera de ver la depreciación es como el monto de riqueza que es perdido por los propietarios de los activos porque estos son usados en la producción y porque en el largo plazo existe una tendencia a la baja en los precios reales de los activos. La primera interpretación llamaría a una inclusión de las bajas en los precios reales en la medición de la depreciación, la segunda interpretación llamaría a una exclusión del precio real mientras que son tratados como el mantenimiento de una pérdida real, p.e., como un efecto riqueza. Puesto diferentemente, si la depreciación está ahí para medir el valor de la inversión necesaria para mantener los stocks productivos de una economía intactos, las caídas en los precios reales de los activos no deben entrar en el cálculo. Si la depreciación está ahí para medir el valor de la inversión necesaria para mantener el poder de compra de los stock de riqueza de los dueños del capital, los precios reales de los activos deben ser considerados (Schreyer 2005).

En el caso, la cuestión de qué incluir en la medición de la depreciación es una cuestión acerca de ingreso neto (u otras mediciones netas de las cuentas nacionales) se supone que se mide, mucho más que una cuestión de obsolescencia. Diewert (2006a) traza esta discusión acerca del ingreso neto tras un debate entre

---

<sup>7</sup> Para un sumario representativo de dicho trabajo, ver Jorgenson (1996). Algunos autores (Ahmad, Aspen & Schreyer 2005) han argumentado que la obsolescencia esperada debe ser parte de la depreciación pero que la inclusión de los cambios en los precios reales de los activos ni es necesario ni es suficiente para capturarlos. Diewert (2006c) llegó a una conclusión similar cuando demostró que los incrementos en los precios de otro factor podrían conducir a un retiro temprano de un activo, implicando un tipo de obsolescencia que no es dependiente necesariamente de los cambios en los precios reales de los activos: “Lo que causa estas formas no estándares de obsolescencia es algún tipo de no separabilidad del capital de otros factores de producción” (Diewert en un comentario sobre la discusión), Jorgenson (1999) argumentó que no había necesidad de contabilizar por separado la obsolescencia. El escribe: “[...] no hay papel para el concepto de “obsolescencia” en una nueva definición de [la depreciación], ya que todos los precios de los activos están definidos en términos de índices de precios de calidad constante, como aquellos empleados para las calculadoras por el BEA. Los compradores de activos se anticipan al cambio en la calidad, pero esta información es incluida en los precios de los activos, así que no se requiere una contabilidad por separado para la obsolescencia”. Esto parece muy cercano al punto de Diewert & Wykoff (2006) acerca de los cambios en la obsolescencia incorporada.

Pigou (1924, 1941), Clark (1940) y Hayek (1941). Deduciendo la depreciación incluidos los descensos esperados en los precios reales de los activos al ingreso nacional resulta en una medición del ingreso neto que corresponde al ingreso desde el enfoque de la riqueza. Diewert (2006a) medición del ingreso neto ajustado por el “uso, desgaste y revaloración” es similar pero más general porque este permite considerar las pérdidas (esperadas) de capital real así como las ganancias (esperadas) de capital. Deduciendo la depreciación excluyendo las declinaciones esperadas en los precios reales de los activos del ingreso neto resulta en una medición del ingreso neto que corresponde al ingreso desde el punto de vista del productor.

El presente *Manual* usa la noción de la depreciación que *no* abarca los cambios en los precios relativos de los activos. Existen varias razones para esto:

- La primera razón es que esta mantiene la perspectiva por el lado de la oferta y la producción de la economía separada del lado de la demanda y del consumidor. Una medida de la depreciación que capture el valor descontado del capital usado en la producción y en la inversión necesaria para mantener la capacidad productiva de la economía intacta encaja en la perspectiva del lado de la oferta. Una perspectiva<sup>8</sup> del consumidor o del lado de la demanda puede ser añadida fácilmente considerando los efectos riqueza que se presentan con la propiedad de los activos productivos pero parece mejor mantener estos efectos separados más que agrupados juntos en primer lugar.
- La segunda razón es que la práctica presente en las cuentas nacionales de los países de la OCDE corresponde a una noción de la depreciación que excluye los efectos de riqueza. También si uno quisiera traer los efectos de la riqueza real en las mediciones de la depreciación, se presenta la cuestión de si tales efectos deben ser integrados asimétricamente (capturando sólo las *pérdidas* reales esperadas retenidas) o simétricamente (permitiendo también las *ganancias* reales retenidas).

Sin embargo, reiteramos que las diferentes cuestiones analíticas pueden dar lugar a un tratamiento diferente de los cambios en los precios relativos de los bienes de capital. En particular, para los análisis de los efectos riqueza y las consideraciones asociadas al bienestar, es significativo contabilizar los cambios en los precios reales. El ingreso neto declinaría en presencia de las pérdidas esperadas retenidas y aumentará en presencia de las ganancias esperadas retenidas.

## 5.5. Determinación de los parámetros de la depreciación

### 5.5.1. Derivada de los perfiles edad-eficiencia

Hay varios enfoques para derivar las tasas de la depreciación en la práctica. La primera opción es empezar con la información o los supuestos acerca de la vida útil de los activos y acerca de su perfil edad-eficiencia y a partir de esto derivar el perfil edad-precio y las tasas de depreciación, muy a lo largo de los lineamientos mostrados desde la Tabla 2 hasta la Tabla 5. Una presentación más detallada sobre los perfiles edad-eficiencia puede encontrarse en el capítulo 6 y una descripción formal de cómo derivar los parámetros de la depreciación a partir del perfil edad-eficiencia se puede encontrar en la Parte II de este *Manual*.

<sup>8</sup> Para ciertos productos tales como las calculadoras, la diferencia entre la perspectiva de la oferta y la del consumidor son potencialmente grandes porque las calculadoras sufren de rápidas caídas en sus precios reales. Por lo tanto, los cargos de depreciación pueden diferir y también el ingreso neto, reflejando las dos nociones del ingreso, como se explicó arriba. Al mismo tiempo, si la obsolescencia es la razón para las caídas rápidas de los precios reales, la vida económica de servicio de las calculadoras es probable que sea corta lo que tenderá a reducir la diferencia entre las dos medidas de la depreciación y el ingreso. Para la evidencia empírica sobre la obsolescencia de las calculadoras ver Geske, Ramsey y Shapiro (2007) quienes establecen (p. 14): Una vez que la obsolescencia es tomada en cuenta, la depreciación relacionada con la edad de las calculadoras personales que fueron vendidas es insignificante”.

### 5.5.2. *Determinación directa de los perfiles edad-precio*

La segunda opción – usada frecuentemente por las oficinas de estadística – es empezar con la información o los supuestos acerca de las vidas de servicio de los activos, y hacer un supuesto adicional acerca de la forma funcional del perfil edad-precio. En muchos casos, el supuesto ha sido que la depreciación sigue un patrón lineal. La tercera opción es derivar los parámetros de la depreciación a través de información empírica sobre los precios de los activos usados que puede ser explotada econométricamente. Las opciones dos o tres son descritas más formalmente en la Parte II de este *Manual*. Algunos puntos generales se pueden hacer aquí.

Primero, cuando un patrón lineal para el perfil la edad-precio o depreciación es asumido, no se hace reserva para una distribución de retiro en el cálculo del perfil. El perfil de retiro tiene que ser construido en el cálculo mediante el ajuste del perfil edad-precio para el retiro o mediante la multiplicación de los vectores de la inversión pasada a través de su probabilidad de sobrevivencia (ver Sección 13.3). Esto significa hacer uso de los elementos de los stocks de capital bruto. El monto total de la depreciación para un periodo en particular, valuado a los precios promedio de este periodo, es entonces obtenido mediante la aplicación de los vectores de los parámetros de la depreciación al vector de las inversiones pasadas donde cada inversión ha sido ajustada para su probabilidad de sobrevivencia.

Segundo, cuando un patrón de porcentaje constante decline en los valores de los activos es elegido para el perfil edad-precio (“patrón geométrico”), un método simple para obtener los coeficientes geométricos es el método de balance de doble-declinación donde la tasa de declinación está dada por la siguiente expresión:  $\delta^i = 2/\bar{T}$  donde  $\bar{T}$  es el promedio de vida útil del activo tipo  $i$ . Al mismo tiempo, no hay resultados empíricos con base amplia que generalmente soportarían ese valor. Para una descripción del método de balance decreciente ver Capítulo 12.

Una manera preferida de obtener los parámetros para los modelos geométricos de la depreciación es a partir de estudios económicos de los precios de los activos usados. Aunque la base empírica no es muy amplia, estos resultados proveen mucho mejores cimientos para las estimaciones de la depreciación que los simples supuestos. Los principios de dichos estudios se describen en el Capítulo 12.

## CAPITULO 6. STOCK DE CAPITAL NETO (“RIQUEZA”)

### 6.1. Concepto

Los stocks de activos sobrevivientes de periodos pasados y corregidos para depreciación son los stocks de *capital neto o riqueza*. El stock neto es valuada como si el bien de capital (usado o nuevo) fuese adquirido en la fecha en la cual el balance se refiere. El stock neto es designado para reflejar la riqueza del propietario del activo en un momento dado de tiempo. En consecuencia, la noción del stock de “riqueza” que parece más precisa que el stock “neta” porque existen otros tipos de mediciones de capital “neto”, por ejemplo, los stocks productivos son “netas” de las pérdidas de eficiencia de los bienes de capital debido al envejecimiento. El stock neto es la medición que entra en los balances de los sectores institucionales.

### 6.2. Medición

En términos generales, hay tres formas de medir los stocks netos:

- A través de aplicación directa del método del inventario permanente, como la suma de las inversiones pasadas, ponderadas con un perfil edad-precio/retiro;
- Derivadas de los stock brutos y la depreciación
- A partir de encuestas a las empresas

#### 6.2.1. Aplicación directa del método del inventario permanente

El punto de partida para cualquier cálculo del stock neto es el perfil edad-precio/retiro para un grupo particular de activos. Este perfil puede ser directamente determinado a partir de observaciones empíricas acerca de los patrones de depreciación o este puede ser derivado de una combinación de patrones edad-eficiencia/retiro descritos anteriormente en este *Manual*.

Con el perfil edad-precio/retiro a mano, el método del inventario permanente puede ser aplicado para proporcionar una medida del stock neto, como se muestra en la Tabla 10. Como en las Tablas anteriores, la segunda columna presenta la inversión a precios históricos la cual es transformada a los precios del año 16 (columna cuatro) mediante la aplicación del índice de precios de la inversión de la columna tres. Después, el patrón combinado edad-precio/eficiencia de la Tabla 7 es aplicado para ponderar el vector de las inversiones pasadas. Así, la inversión en el periodo actual 16 obtiene una ponderación de uno, implicando que todas sus características pertenecen al stock neto, la inversión del periodo 15 con una ponderación de alrededor del 81%, y así sucesivamente hasta la inversión de los 16 años anteriores la cual básicamente obtiene una ponderación de cero. La última columna muestra las series ponderadas que son añadidas para obtener un stock neto de 4111.9 unidades monetarias al final del año 16, valuado a precios del año 16.

**Los activos netos capturan el aspecto de la riqueza del capital – ellos son las entradas correctas para las hojas del balance**

Tabla 6.1 Cálculo el stock neto

Año (t)	Inversión a precios históricos	Índice de precios (nuevos) Bienes de capital	Inversión a precios de año 16	Perfil edad-precio para la cohorte	Inversión a precios del año 16, ponderado con El perfil edad-precio para la cohorte
1	500	1,000	672,9	0,000	0,0
2	800	1,020	1055,6	0,000	0,1
3	1000	1,040	1293,6	0,001	0,7
4	600	1,061	760,9	0,002	1,5
5	500	1,082	621,7	0,006	3,7
6	700	1,104	853,3	0,015	13,1
7	750	1,126	896,3	0,034	30,3
8	900	1,149	1054,5	0,066	69,2
9	1200	1,172	1378,4	0,114	157,3
10	1000	1,195	1126,2	0,182	204,5
11	1100	1,219	1214,5	0,269	326,9
12	1200	1,243	1298,9	0,377	489,4
13	1100	1,268	1167,3	0,504	588,5
14	1000	1,294	1040,4	0,651	677,2
15	900	1,319	918,0	0,816	749,4
16	800	1,346	800,0	1,000	800,0
<u>Stock neto a final del año 16 a precios promedio del año 16</u>					<u>4111,9</u>

El stock de capital neto a precios del año 16 en la Tabla 10 fue calculado usando los *precios promedio anuales* del activo si el deflactor de la inversión en la columna tres se relaciona con los periodos medios. En los balances del SCN, sin embargo, el stock de capital neto tiene que ser valuado a los precios de *fin de año* porque todas las entradas en los balances de cierre se refieren a valores de mercado de los activos y los pasivos al final de cada año. Así, para usar el stock de capital neto a precios corrientes mostrado en la Tabla 10 como entrada del balance, este tiene que ser multiplicado por la tasa de fin de año por los precios promedio anuales. Los precios de fin de año usualmente no son calculados directamente pero son obtenidos promediándolos diciembre/enero o precios del cuarto/primer trimestre si estos están disponibles o promediando los precios anuales promedio para los años adyacentes.

Los precios promedio son, sin embargo, la base correcta de precios para valorar la depreciación, a ambos precios corrientes y constantes. La depreciación es un flujo que ocurre regularmente a través del año. Idealmente, sería valuada a los precios prevalecientes en cada momento que esto ocurre, pero como esto no es práctico, los precios promedio a través del año – o en su defecto los precios de medio año – son una aproximación aceptable. Así, el stock neto a precios promedio anuales es útil en el contexto de la medición de la depreciación como se muestran en el capítulo 5.

### 6.2.2. Derivación del stock bruto y la depreciación

Para los activos en un balance, el Sistema de Cuentas Nacionales recomienda valorarlos mediante la amortización de los precios corrientes o a precios básicos de los nuevos activos por el consumo acumulado

del capital fijo de estos activos. Esto corresponde a lo que es descrito bajo la presente sección. Debido a que este método es enteramente equivalente a la “aplicación directa del método del inventario permanente” descrito arriba, ambos de estos enfoques constituyen las mediciones recomendadas por el SCN.

Una segunda manera, para calcular el stock neto consiste en las mediciones de ajuste del stock de capital bruto para la depreciación acumulada. Esto presupone que las mediciones de la depreciación estén disponibles. Como se ha mostrado arriba en el Capítulo sobre la depreciación, existen varias maneras equivalentes de derivar las mediciones de la depreciación. Una es mediante la comparación de los stocks netos y deducir la formación bruta de capital fijo. Este método desde luego que no puede usarse en el presente porque implica un circularidad – que el stock neto es conocido para derivar el stock neto. En otras palabras, no es posible calcular ambos el stock neto y la depreciación indirectamente – cuando menos uno de los dos tiene que ser calculado mediante la aplicación de los perfiles edad-precio o la depreciación a las series de tiempo de la inversión.

### 6.2.3. *Encuestas a las empresas*

Debido a que el stock neto es conceptualmente similar a los ítems de balance de la contabilidad empresarial, la información de las compañías puede en principio ser usada para medir el nivel del stock neto de los activos fijos. Como se describe en mayor detalle en el Capítulo 12 varios problemas prácticos tienen que ser subsanados antes de que la información de las empresas se útil para las cuentas nacionales. Un problema importante es la valoración – los datos de los activos de las compañías pueden ser valuados a costos históricos mientras que los ítems del balance de las cuentas nacionales tienen que ser valuados a precios corrientes. Otra cuestión es si los patrones de la depreciación usados por las compañías para derivar los valores netos de los activos son compatibles ampliamente con los principios de las cuentas nacionales, en particular si el patrón de la depreciación se aproxima a la pérdida de valor de mercado del activo. Algunas veces las consideraciones fiscales o las reglas fiscales tales como la depreciación acelerada influyen en el valor del stock neto de una compañía sin ser representativo de los valores de mercado.

## CAPITULO 7. STOCK PRODUCTIVO Y SERVICIOS DE CAPITAL

### 7.1. Concepto

El stock de un tipo particular de activos sobrevivientes de periodos pasados, y corregidos por su pérdida en eficiencia productiva es el stock de *capital productivo*<sup>9</sup>. Así, los stocks productivos están directamente relacionados con la cantidad y aspecto productivo del capital. Los activos productivos constituyen un paso intermedio hacia la medición de los servicios de capital. El supuesto hecho es que el flujo de los servicios de capital – el insumo actual de capital en la producción – es proporcional al stock productivo de una clase de activo. Si el factor de proporcionalidad es constante, la tasa de cambio de los servicios de capital será igual a la tasa de cambio del stock productivo.<sup>10</sup> La misma tasa de cambio constituye el volumen del componente cuando este se divide en el cambio del valor total de los servicios de capital a precios corrientes en un precio y un componente de volumen. Una manera diferente de ver el stock productivo de un activo en particular es el volumen incorporado de los servicios corrientes y futuros de capital. El concepto de un stock productivo es significativo sólo a nivel desagregado de un tipo particular de activo. Una vez que cada tipo productivo de activo es combinado con el correspondiente precio del servicio de capital (por unidad de stock productivo), el valor resultante representa el flujo de los servicios de capital. Esta es la variable relevante para la agregación a través de diferentes tipos de activos.

### 7.2. Cálculo los stocks productivos

El stock productivo de capital para un solo activo es medido a través de la aplicación directa del método del inventario permanente, como la suma de las inversiones pasadas, ponderadas mediante el perfil edad-eficiencia. El patrón edad-eficiencia (ver también el Capítulo 3.2) describe el cambio en la eficiencia productiva de un activo conforme el activo envejece. Típicamente, el perfil edad-eficiencia es expresado en relación a la eficiencia productiva de un nuevo activo<sup>11</sup>. Mediante la aplicación del perfil edad-eficiencia a las cantidades de inversión pasada, todos los años son expresadas en unidades de eficiencia nuevas equivalentes. El cálculo del stock productivo vía adición de las inversiones ajustadas a la eficiencia de los

<sup>9</sup> Uno también puede decir que el stock productivo es igual a un stock hipotético que consiste de bienes nuevos nada más y que proporciona en el periodo corriente el mismo nivel de servicios que los del stock actual.

<sup>10</sup> Schreyer, Bignon y Dupont (2003) hicieron explícita la distinción entre el flujo de los servicios de capital y el stock productivo para un tipo particular de activo, mediante la introducción de un factor constante de proporcionalidad que indica el número de unidades (no observadas) de los servicios de capital por unidad de stock productivo. La distinción no es hecha aquí. Estrictamente hablando, el precio de los servicios de capital (costo a usuarios unitario) que es descrito después en este Manual debe por lo tanto, ser leído como el precio de los servicios de capital por unida de stock productivo.

<sup>11</sup> Nada depende de esta práctica. El stock productivo podría ser expresado en unidades de eficiencia de cualquier año y los cálculos para el valor total de los activos de los servicios de capital y el índice de cantidad de los servicios de capital todavía daría resultados idénticos.

periodos pasados implica la completa sustituibilidad de los años anteriores, una vez ajustadas para las diferencias de eficiencia. Este es un supuesto más astringente que lo estrictamente necesario<sup>12</sup> pero tiene algunas ventajas prácticas. Triplett (1997) discute este supuesto con el ejemplo de los camiones:

*“El supuesto de que los camiones viejos pueden ser representados como una cantidad menor de nuevos camiones (esto es, reducida proporcionalmente el deterioro) implica unas condiciones algo poco realistas acerca de la manera en que los camiones y otros insumos se combinan en el proceso de producción. Uno puede pensar del camión deteriorado como el equivalente de un camión de menor calidad (comparado con uno nuevo). En la literatura del cambio de calidad, el supuesto que permite expresar los camiones mejorados como “más” que los no mejorados se denomina “reempaque”. El supuesto de reempaque y sus limitaciones se describen en Fisher y Shell (1972)”.*

El stock productivo para un solo (tipo de) activo puede o no coincidir con el stock neto de un solo (tipo de) activo. Las dos mediciones del stock son idénticas si el perfil edad-eficiencia es idéntico con el perfil edad-precio. Dicha identidad se mantiene para los perfiles geométricos edad-eficiencia y edad-precio y ya ha sido descrito antes en este *Manual*. Una diferencia más importante entre el stock productivo y el stock neto aparece, sin embargo, en el proceso de agregación. Las mediciones del stock de capital neto son agregadas con base a los precios de mercado y existe un claro significado del “nivel” del stock neto. A través del tiempo, un índice del stock de capital neto puede ser considerado como un promedio ponderado del índice de los stocks de capital para los diferentes tipos de activos, donde la participación de cada activo en el total del valor de mercado de los activos Figura como una ponderación. Los stocks productivos para cada tipo de activo, por otra parte, no son agregados *como tales*. Además, mediante adjuntar los costos de los usuarios a ellos, se puede hacer la transición a los flujos de los servicios de capital los cuales son agregados posteriormente. A través del tiempo, un índice de los servicios de capital es un promedio ponderado de un índice de los stocks productivos del tipo de activo, donde la participación de cada activo en el total de los costos a los usuarios Figura como una ponderación. Usualmente, un índice del stock neto de capital evoluciona bastante diferentemente de un índice del stock productivo, p.e. de un índice de servicios de capital. En muchas aplicaciones empíricas, el stock productivo ha aumentado más rápido que el stock neto. Esto sucede, por ejemplo, cuando hay un cambio en la composición de la inversión hacia bienes de capital de menor duración tales como el equipo de tecnologías de la información y cuando la inversión real en estos bienes crece más rápido que en otros bienes. Los bienes de capital de corta vida están marcados por una alta depreciación y retención de pérdidas, p.e. elementos que tienden a aumentar la participación de los costos a los usuarios de estos activos en relación con su participación en el valor de mercado. La consecuencia es que los componentes de crecimiento rápido del stock de capital obtienen una ponderación más alta que bajo el cálculo del stock neto y el stock productivo total se mueve más rápido que el volumen total del stock de capital neto.

La Tabla 11 continúa el ejemplo numérico introducido anteriormente y muestra como el stock productivo de un solo activo puede ser calculado bajo el método del inventario permanente. La inversión a precios históricos es puesta con una base comparativa por la aplicación de un índice de precios de los nuevos bienes de capital así que las series de tiempo de la inversión se expresan en precios del periodo 16. Entonces, se hace uso del patrón edad-eficiencia/retiro introducido en la Sección 4.3. Este

**Los activos productivos miden el stock de activos, corregido por la pérdida de eficiencia y retiro. Ellos son vistos como los stocks que generan los flujos de los servicios de capital, el insumo de capital en la producción**

<sup>12</sup> Diewert y Lawrence (2000) muestra como los procedimientos de agregación más generales con números índice superlativos pueden ser usados para agregar cantidades a través de diferentes años. Por ello, la perfecta sustituibilidad entre años no se requiere.

perfil sirve para ponderar el vector de la inversión a precios constantes, cuyo resultado se muestra en la última columna de la Tabla. Resumiendo, la columna presenta el stock de capital productivo al final del periodo 16, y valorado a los precios del periodo 16. El mismo tipo de cálculo, llevado a cabo para una secuencia de años, provee la base para medir el flujo de los servicios de capital proporcionados por el grupo de activos. Como se mencionó arriba, la agregación del producto de los activos con las ponderaciones de los costos del usuario. La naturaleza de los costos a los usuarios se describe en la siguiente sección.

**Tabla 7.1 Cálculo del stock productivo de capital para un solo (tipo de) activo**

Año (t)	Inversión a precios históricos	Índice de precios (nuevos) bienes de capital	Inversión a precios año 16	Perfil edad-eficiencia para la cohorte	Inversión a precios del año 16, ponderado con el patrón edad-eficiencia
1	500	1.000	672.9	0.0001	0.1
2	800	1.020	1055.6	0.0005	0.5
3	1000	1.040	1293.6	0.0021	2.7
4	600	1.061	760.9	0.0071	5.4
5	500	1.082	621.7	0.0197	12.2
6	700	1.104	853.3	0.0459	39.2
7	750	1.126	896.3	0.0914	81.9
8	900	1.149	1054.5	0.1580	166.6
9	1200	1.172	1378.4	0.2434	335.6
10	1000	1.195	1126.2	0.3420	385.1
11	1100	1.219	1214.5	0.4478	543.9
12	1200	1.243	1298.9	0.5570	723.5
13	1100	1.268	1167.3	0.6674	779.1
14	1000	1.294	1040.4	0.7782	809.6
15	900	1.319	918.0	0.8891	816.2
16	800	1.346	800.0	1.0000	800.0
Stock productivo al final del año 16 a precios (corrientes) del año 16					5501.6

## CAPITULO 8. COSTOS DEL USUARIO

### 8.1. *Concepto*

En el proceso de producción, trabajo, capital e insumos intermedios son combinados para producir productos. Conceptualmente, hay muchas facetas del insumo de capital que portan una analogía directa con el insumo del trabajo. Los bienes de capital son vistos como portadores de los servicios de capital que constituyen el insumo actual en el proceso de producción. Para propósitos de productividad y análisis de la producción, entonces, los servicios de capital constituyen la medida apropiada del insumo de capital. Al presente, sin embargo, las cuentas nacionales no proveen una medida para el valor, precio o volumen de los servicios de capital.

El consumo de capital fijo o depreciación es a veces considerado como que refleja el total de los costos de usar los activos fijos. Este es un error que se puede mostrar fácilmente tomando el caso donde los activos fijos no son propiedad de una firma pero que son rentados a otra unidad que es la dueña del bien de capital. El precio del propietario cargado por la renta incluirá no sólo la depreciación (consumo de capital fijo), sino otros elementos también, por ejemplo, un ítem que refleje los costos de financiar el capital, a menos que el propietario tenga una pérdida permanente por rentar el activo.

En la práctica, muchos activos fijos son propiedad de sus usuarios y para medir los costos de los servicios de capital a los dueños-usuarios, una imputación tiene que hacerse que junte varios elementos de las rentas para determinar el precio que el dueño debe cargarse a sí mismo. Como a menudo imputar valores no observados presenta problemas conceptuales y empíricos y un objetivo del presente *Manual* es proveer una guía sobre la elección de estos elementos.

La idea de que la cuenta de producción no identifica explícitamente los valores totales de los servicios de capital pero en su lugar los registra dentro del valor agregado o el excedente de operación lo que desde luego no es nuevo. Sin embargo, los ímpetus para identificar por separado los servicios de capital ahora, refleja principalmente el creciente interés en la contabilización del crecimiento y el análisis de la productividad (OECD 2001a. Harper et al. (2003), Jorgenson y Landefeld 2006).

Un ímpetu mayor detrás de reconocer las mediciones de los servicios de capital en conjunción con las cuentas nacionales es para prestar más estructura al ingreso bruto doméstico, y en particular, para permitir la división precio-volumen del ingreso debido al capital. El ingreso bruto doméstico deflactado puede ser visto también como una medida de medición del volumen de los insumos de trabajo y capital y, cuando se compara con el producto bruto doméstico resulta una medida de la productividad multi-factor.

### 8.2. *Interpretación y medición de los costos a los usuarios*

Si existen mercados de rentas, las rentas observadas pueden proveer una primera aproximación a los costos a los usuarios de capital para los dueños-usuarios de los mismos activos. Sin embargo, los mercados de rentas están lejos de ser completos o representativos. Existe otra razón por qué los mercados de rentas pueden diferir de los costos a los usuarios de capital: para un arrendador, la renta no constituye el beneficio neto que él obtiene por dejar el bien de capital durante un periodo. El arrendador tiene que cubrir otros

costos tales como trabajo y sobre costos asociados con el servicio de arrendamiento. Estos costos tienen que ser reflejados en la renta lo cual constituye una medida del volumen de ventas pero no del excedente de operación, o beneficio, para el arrendador. Sin embargo, es este beneficio el que es relevante para el dueño-usuario en su evaluación de los costos de capital. Consecuentemente, aunque hubiera mercados generalizados de arrendamiento, las rentas observadas constituirían sólo la primera aproximación a los costos del usuario para los dueños de los activos.<sup>13</sup>

Varios componentes tienen que ser añadidos para aproximarse al costo de los servicios de capital. Un simple método es derivar una fórmula para el costo de usar un activo es el siguiente argumento (Diewert 1974). Suponga que el dueño de un activo quiere determinar el precio mínimo (antes de añadir los costos asociados del trabajo y los sobrecostos) al cual él está dispuesto a rentar el activo durante un periodo de tiempo. En el caso más simple, tres grandes elementos de los costos tienen que considerarse: (i) el costo de financiamiento o el costo oportunidad del capital financiero atado a la compra del activo; (ii) la depreciación, p.e. la pérdida de valor debida al envejecimiento; (iii) la revaloración, p.e. el cambio esperado en el precio de la clase de activos bajo consideración.

Supóngase que uno trata con un activo que es nuevo al inicio del periodo contable. Entonces, los costos del usuario unitarios – los costos del usuario por unidad de capital – pueden ser presentados como una participación del precio de compra de un activo nuevo donde el porcentaje de la participación es hecha de tres componentes aditivos: una tasa nominal de retorno; una tasa de depreciación para el activo nuevo; y una tasa nominal del cambio de precio en el activo. Debe observarse que los costos del usuario unitarios generales dependen de tiempo y de la edad: ellos se aplican durante un periodo contable en particular para un activo con una edad en particular.

En la Sección 3.1 se introdujo la perspectiva del ingreso, la perspectiva del costo y la perspectiva del mercado como tres diferentes maneras de describir los servicios de capital y sus precios. Dependiendo de la perspectiva, podría ser más o menos apropiado el razonar en términos de “costos del usuario unitarios”, “precios de los servicios de capital” o “rentas”. En el presente *Manual*, las primeras dos nociones son usadas intercambiabilmente, y con una situación en mente donde los dueños de los bienes de capital son también sus usuarios. Los términos “rentas” o “precio de renta” son usados para situaciones donde el dueño y el usuario son diferentes y la transacción de mercado se lleva a cabo donde los bienes de capital son arrendados entre diferentes unidades económicas.

En muchos casos, será más fácil trabajar con tasas reales de retorno y con cambios reales en los precios de los activos. Si  $r^t$  representa la tasa real de retorno (p.e. la tasa nominal de retorno corregida para la inflación general) que se aplica durante el periodo  $t$ , si  $i^{*t}$  es el cambio real anticipado en los precios de los activos, si  $\delta_0$  es la tasa de depreciación del nuevo activo, y si  $p_0^t$  es el precio de compra de un activo nuevo al principio del periodo  $t$ , el costo del usuario unitario  $c_0^t$  para el nuevo activo esta dado aproximadamente por:

$$(2) \quad c_0^t \approx p_0^t [r^{*t} - i^{*t} + \delta_0]$$

Un desarrollo completo de esta derivación y diferentes variantes de las expresiones del costo a los usuarios pueden encontrarse en la Parte III de este *Manual*. Nosotros observamos, sin embargo, en esta etapa que una aproximación razonable a (2) puede ser obtenida a menudo fijando las ganancias retenidas anticipadas

<sup>13</sup> La sección 18.1 describe la medición de los costos del usuario para los dueños de casas ocupadas. Existe evidencia empírica de que los costos actuales de rentar una vivienda pueden ser bastante diferentes de los costos a los usuarios asociados con la propiedad de los hogares. Diewert (2008) describe como en este contexto el enfoque de costo de oportunidad puede ser interpretado como el máximo de los costos a los usuarios y al precio equivalente de renta (ver Sección 18.1)

con el término  $i^{*t}$  igual a cero. Si esto es hecho, la fórmula resultante para el costo a usuarios se simplifica a:

$$(3) \quad c_0^t \approx p_0^t [r^{*t} + \delta_0]$$

En consecuencia, este es el *costo del usuario unitario simplificado* dependiendo sólo en el periodo  $t$  de la tasa de interés real  $r^{*t}$ , la tasa de depreciación  $\delta_0$ , y el precio de compra  $p_0^t$  del activo al inicio del periodo  $t$ . La principal ventaja sobre la otra fórmula (2), preferida, es que no es necesario estimar las ganancias retenidas reales, por lo que la fórmula (3) es más *reproducible*, ya que diferentes investigadores obtendrán diferentes técnicas para formar las ganancias retenidas esperadas o anticipadas. Al mismo tiempo, si los precios relativos de los activos muestran tendencias marcadas, el uso de (3) puede introducir un sesgo en la estructura de ponderaciones de los flujos de los diferentes activos de los servicios de capital. Baldwin y Gu (2007) observan sobre la materia de las ganancias retenidas en la expresión del costo del usuario:

*“Hay poco desacuerdo en que, sobre las bases teóricas, las ganancias de capital deberían de ser incluidas en el precio de renta del capital. Un arrendador de capital cargará un precio menor si la ganancia de capital es esperada al final del periodo de retención o un precio más elevado si espera una pérdida de capital.*

*Sin embargo, existe alguna preocupación entre los practicantes cuando se trata de incluir un término para las pérdidas y ganancias de capital. Dando aumento a la preocupación entre los practicantes está el tamaño de la volatilidad de las ganancias actuales de capital y de la fuente del mismo. Y como la volatilidad de las ganancias de capital no es probable que sean igualadas a corto plazo por los cambios en el producto marginal del capital por los largos periodos de gestación de los proyectos de capital.*

*Tampoco está claro si existen maneras de que los periodos de retención de las ganancias que aparecen de las tasas diferenciales de la inflación en los activos puedan ser cosechadas – especialmente para los bienes de inversión. Esta preocupación gira alrededor del nivel de los costos de transacción que tienen que ser incurridos en la venta de los bienes de inversión. Si existe una manera barata de realizar las ganancias de capital, los cambios en los precios de los activos derivados de los índices de precios no son una manera útil para medir el componente de las ganancias de capital del precio de renta del capital. Por lo tanto, no está claro que las series de precios de los activos actuales provean de estimaciones exactas de la tasa de retorno que debería de esperarse de las ganancias de capital”.*

La fórmula simplificada de costo del usuario, debida principalmente a Walras (1954), dice que el costo del usuario de capital es igual a la tasa de interés real anticipada más la tasa de depreciación por el precio stock del activo al principio del periodo.

La fórmula de costo a usuarios presentada arriba constituye los costos por usar un activo de un edad en particular para un periodo contable – para un dueño-usuario este costo puede ser entendido como un precio interno para la firma. Multiplicando el costo del usuario unitario por el número de bienes de capital de la edad correspondiente y sumando todos los bienes de capital proporciona una medición del total de los costos a los usuarios.

Los tres elementos principales de los costos a los usuarios fueron identificados arriba: un retorno del capital, depreciación y revaloración o retención de las pérdidas y ganancias. Los capítulos 5 y 12 de este *Manual* tratan con el concepto y medición de la depreciación, respectivamente. El capítulo 16 describe en cierto alcance las opciones empíricas para las tasas de retorno. Lo que falta de la presente parte conceptual del *Manual* es describir algunos aspectos conceptuales de la tasa de retorno y del término de revaloración.

### 8.3. Tasas de retorno – consideraciones conceptuales

La selección de la tasa de retorno es un elemento importante en la construcción de los costos del usuario. En un mercado funcional de capital, la tasa esperada de retorno del capital corresponde al rendimiento de mercado ajustado al riesgo. Una manera útil de aproximarse a las tasas de retorno en el sector privado y bajo las condiciones de mercado es el *costo de oportunidad de mantener bienes durables en lugar de las reclamaciones financieras* (Jorgenson y Yun 2001). La interpretación del costo de oportunidad de las tasas de retorno o costos a los usuarios (ver caja 3) puede ser considerado como un nivel más general y puede ser aplicado en el contexto de un mercado y en el de un no mercado.

Cuando existe un mercado de capital en funciones, se sigue que, *ex-ante*, o que durante periodos largos, uno no debe esperar una tasa de retorno más alta sobre los activos fijos que los de una inversión alternativa con un riesgo comparable. La tasa actual, *ex-post*, de retorno, por otra parte puede variar entre las inversiones de riesgo similar, aunque dichas variaciones no deben ser sistemáticas. Este razonamiento puede ser aplicado a los tipos individuales de activos y de industrias. Los diferentes tipos de activos pueden llevar diferentes grados de riesgo. Por ejemplo, la inversión en un edificio puede ser menos riesgosa que la inversión en investigación y desarrollo. En principio, esto debe ser reflejado en la tasa de retorno *ex-ante* de cada tipo de activo. Sin embargo, los activos no sólo no son usados aisladamente pero en combinación con otros activos y otros factores de producción en las unidades económicas, tales como establecimientos o empresas. Las unidades con actividades similares forman una industria y las actividades en las diferentes industrias pueden diferir en sus riesgos, porque las diferentes industrias usan diferentes combinaciones de activos y porque el entorno económico de cada una de las diferentes industrias en que operan puede que no sea idéntico. Una inversionista financiero que planea comprar acciones de una compañía lo hará si el riesgo-ajustado de la tasa de retorno esperada de la inversión es cuando menos igual a las inversiones de riesgo similar donde quiera que sea en el mercado. Pero la inversión, y por lo tanto la tasa de retorno concierne a la operación del negocio como un todo y por lo tanto también para todos los activos igualmente. Por lo tanto, *ex-ante*, la tasa de retorno debe ser la misma para los diferentes tipos de activos en la misma unidad económica y en la misma industria.

Desde la perspectiva *ex-post*, no existe una razón inmediata para suponer que todos los activos han producido la misma tasa de retorno riesgo-ajustada. En particular, la tasa de retorno realizada de un activo no necesariamente iguala a la tasa de beneficios de toda la firma. Este punto ha sido hecho por Triplett (1997) y Oulton (2007). Al mismo tiempo es difícil prever como uno podría definir una sola tasa de retorno realizada de un activo a menos que sea un solo activo con flujos de caja identificables. Pero cuando son múltiples activos son usados (ver también el argumento con respecto al riesgo en el párrafo anterior), no es claro cómo uno debería conceptualizarlos, menos aún medir la tasa de retorno de cada activo.

Nosotros concluimos que primero, la tasa de retorno *ex-ante* o esperada tiene que ser distinguida de la tasa *ex-post* o de rendimiento realizado. Segundo, las tasas esperadas de retorno pueden variar entre las industrias donde dichas diferencias reflejan la combinación de activos usados en la industria así como también las propias condiciones específicas de una industria. Nuestra tercera conclusión aquí es que en general, la tasa esperada como la realizada de retorno *de un activo en particular* es difícil de conceptualizar y de observar.

La selección de una adecuada tasa de retorno está vinculada también con la siguiente pregunta de las cuentas nacionales: ¿debe la estimación del valor de los servicios de capital explicar el excedente bruto de operación, la parte del capital del ingreso mixto bruto y los impuestos relevantes sobre el capital exactamente? O, ¿es la estimación de los servicios de capital independiente así que hay otro elemento del valor agregado no explicado por la remuneración al trabajo y al capital? El problema fue presentado por

primera vez por Diewert<sup>14</sup> (1980) y posteriormente más extensamente examinadas por Harper, Berndt y Wood (1989). La discusión nos lleva de regreso a la distinción entre las mediciones *ex-ante* y *ex-post*:

- Bajo el enfoque *ex-post*, las tasas de retorno realizadas son aplicadas, y hay dos avenidas para su implementación. Por mucho el enfoque más frecuente es el endógeno, el enfoque *ex-post*: una tasa interna de retorno periodo-por-periodo es calculada imponiendo la condición de que el valor estimado de los servicios de capital corresponda exactamente al excedente bruto de operación más un elemento del capital del ingreso mixto bruto. Alternativamente, una tasa de retorno *ex-post* exógena puede ser imputada a partir de la información del mercado financiero tal como la tasa de la deuda corporativa.
- Con el enfoque *ex-ante*, la tasa de retorno es elegida como la que refleja mejor las expectativas de los agentes económicos acerca del rendimiento requerido de la inversión. Es poco probable que exista una igualdad exacta entre el valor de los servicios de capital y el excedente bruto de operación más elemento del ingreso mixto bruto. Esta es una característica inconveniente desde el punto de vista de la contabilidad nacional.

### 8.3..1. Tasas de retorno endógenas y exógenas

Habiendo hecho la distinción entre diferentes tasas de retorno, ¿existe alguna razón conceptual para preferir una sobre la otra? O, ¿debe un enfoque mixto ser planteado como es sugerido por Oulton (2007)? La opción *endógena, ex-post* es la opción usada más frecuentemente en la investigación empírica. Esta supone que el excedente bruto de operación más el componente del capital del ingreso mixto agota exactamente los costos de los servicios de capital. Dado el valor de los costos de los servicios de capital, para el stock de capital y la depreciación, existe sólo una variable desconocida, la tasa interna de retorno y la ecuación puede resolverse para obtener la tasa de retorno.

Este procedimiento trae consigo varias ventajas:

- Desde la perspectiva teórica, este es consistente con una economía totalmente competitiva y los procesos de producción bajo rendimientos constantes a escala.
- Desde el punto de vista práctico, el cálculo es directo, y los resultados pueden ser de interés analítico por sí mismos porque ellos informan acerca del rendimiento del suministro de los servicios de capital. Las tasas endógenas son producidas por un sistema que está completamente integrado. Dicho sistema produce tasas que usan totalmente la información en el sistema. Combinadas con las estimaciones del stock de capital, ellas generan datos sobre las tasas de retorno, como estas difieren entre las industrias y a través del tiempo. Si el sistema estadístico es relativamente coherente y exacto, ellas proveen la información que es requerida por la teoría del capital para ayudar a estimar las diferencias en las tasas de retorno entre las industrias porque las estimaciones son producidas a nivel industria.
- Existe un problema alrededor del instituto de estadística, Si un instituto produce una tasa de retorno de su sistema, otros pueden compararla con la tasa “real” del costo del capital que ellos decidan e

<sup>14</sup> “¿Cuál  $r$  debe ser usada? Si la firma es un deudor neto, entonces  $r$  debe ser el costo marginal del endeudamiento un dólar adicional por un periodo, mientras que si la firma es un prestamista neto, entonces  $r$  debe ser un periodo de la tasa de interés que esta recibe por su último préstamo. En la práctica,  $r$  es tomada ya sea como (a) una tasa exógena de un bono que pueda o no pueda aplicarse a la firma en consideración, o (b) una tasa interna de retorno. Yo tiendo a usar la primera alternativa, mientras que Woodland y Jorgenson y sus colaboradores usan la segunda. Como es usual ninguna alternativa parece la forma correcta desde el punto de vista teórico a priori, así que, nuevamente, los analistas razonables podría diferir sobre cual  $r$  usar con objeto de construir un capital agregado”. Diewert (1980; 476-477).

inferir si los mercados están operando monopolísticamente o son imperfectos de otra manera. Si un instituto toma la tasa de retorno exógenamente que sea apropiada para calcular el costo “real” del capital, está directamente implicada en la estimación del “excedente” del monopolista. Este último no es un producto que pueda ser considerado con la calidad requerida para el propósito a mano. Utilizando una tasa endógena evita este problema.<sup>15</sup>

- Finalmente, el hecho de que los costos de los servicios de capital consumen exactamente el excedente bruto de operación más el componente de capital del ingreso mixto y los impuestos al capital evita la interpretación de cualquier término diferente entre el valor de los servicios de capital y el excedente bruto de operación que pudiera presentarse de otra manera.

Al mismo tiempo, la elección de una tasa endógena, *ex-post* presenta otras cuestiones. En particular, algunos supuestos son necesarios para justificar el uso de una tasa endógena, *ex-post* (Schreyer 2008):

- El conjunto de activos tiene que ser completo en el sentido de que todos los activos sean observados por el estadístico que compila las cuentas nacionales. Las cuentas nacionales no proporcionan indicación de cómo exactamente cual facto de producción es remunerado a través del excedente bruto de operación. Los activos fijos están ciertamente entre ellos pero no necesariamente son los únicos. Las existencias y los recursos naturales usados en la producción son considerados fuentes de los servicios de capital. Además, la literatura de negocios ofrece una riqueza de discusiones acerca de la importancia de los activos intangibles, y hay buenas razones para argumentar que dichos activos cuentan cuando menos por una parte del excedente bruto de operación. Si una tasa endógena es calculada con base en aquellos activos fijos que son medidos en las cuentas, pero si hay otros activos no medidos que suministran servicios de capital, la tasa resultante puede ser castigada con un sesgo. Por otra parte, será difícil posible agotar el conjunto de los activos subyacentes, tal como en la contabilidad comercial no es exhaustivo el alcance de los activos. Entonces, la tasa endógena puede ser interpretada como una tasa *condicional* sobre un tipo particular de activos en la inteligencia que la tasa puede cambiar si el alcance de los activos cambia<sup>16</sup>.
- Un supuesto de perfecta previsión tiene que prevalecer así que la tasa de retorno *ex-post* en cada activo (implícitamente observado por el contador nacional como la tasa de beneficios de la empresa) es igual a la tasa de retorno *ex-ante*, de otra manera no se podría suponer que la tasa *ex-post* es ecualizada a través de los activos.

<sup>15</sup> Otro ejemplo puntualizado por Estadística de Canadá es que cuando es desarrollado un sistema estadístico, es necesario construir sistemas que no sean hipersensitivos a la imprecisión. Si se toma el enfoque exógeno, se necesita que las tasas de retorno exógenas sean elegidas correctamente. Y las tasas de depreciación necesitan ser elegidas correctamente también. Los errores cometidos en la estimación de cada una pueden ser aditivos en el sistema exógeno. El sistema endógeno tiene la ventaja de que es menos sensitivo a los errores en la estimación de la tasa de depreciación –porque los errores en la estimación de la tasa de depreciación serán compensados en las estimaciones de la tasa de retorno. Qué tan importante es esta ventaja depende desde luego de la relativa dificultad de estimar el parámetro de la depreciación.

<sup>16</sup> En la práctica, el alcance de los activos importa. Diewert y Laurence (2000), midiendo el factor total del crecimiento de la productividad para Canadá, demostraron que descuidar la tierra y las existencias decreció la tasa de crecimiento TFP por alrededor del 20%. En un estudio similar para Japón, Nomura (2004) demostró que la tasa de crecimiento TFP japonesa decayó de 1.54% por año durante el periodo 1960-2000 a 0.80% por año cuando la tierra y las existencias fueron omitidos.

- Cuando el valor de los servicios de capital iguala exactamente al excedente de operación, y cuando el anterior es negativo, la implicación es que hay costos a los usuarios negativos para algunos activos. Aunque el excedente bruto de operación sea positivo, la tasa de retorno endógena puede resultar negativa. Mientras “[...] los beneficios bajos o negativos en cualquier año dado es parte del ciclo de los negocios, y mantener activos con un inesperado salto en los precios es enteramente consistente con el comportamiento económico racional en el mundo actual...” (Jorgenson et al. 2005. p. 167), esto constituye todavía un problema cuando las ponderaciones del costo a los usuarios son empleados en el proceso de agregación de los servicios de capital. Habiendo mencionado esto, los costos negativos al usuario pueden ocurrir bajo el enfoque *ex-ante*. Un ejemplo de esto son los activos que llevan a cabo grandes apreciaciones tales como la tierra y esto podría requerir un tratamiento especial ya sea mediante un enfoque *ex-ante* o *ex-post* (ver Sección 18.1).

A pesar de estas consideraciones, el enfoque *ex-post*, endógeno ha resistido la prueba del tiempo, y también ha sido propuesto como parte integral de los desarrollos futuros de la cuentas nacionales de los EE.UU. (Jorgenson y Landfeld 2005). Existe también una versión simplificada del enfoque, sugerida por Diewert, Mizobuchi y Nomura (2005) en la forma de “tasas reales de equilibrio”: las tasas reales de retorno son calculadas endógenamente pero bajo el supuesto simplificador de que las pérdidas y ganancias reales mantenidas son cero para cada tipo de activo (ver Caja 8 y la descripción del enfoque de costo a usuarios simplificado alrededor de la ecuación (3)). “Real” debe ser entendido como una tasa nominal deflactada por un índice general de precios tal como el índice de precios al consumidor. Fijar los cambios de precios reales de los activos reduce a cero la ocurrencia de costos a los usuarios negativos que se pudieran presentar cuando hay grandes incrementos en los precios de los activos, por ejemplo, la tierra. Al mismo tiempo, las tendencias en los precios relativos de los activos *son* parte del precio de los servicios de capital e ignorarlos puede conducir a un sesgo en los precios resultantes.

Ahora nosotros examinamos la tasa exógena de retorno que puede resultar en su versión *ex-post* o *ex-ante*<sup>17</sup>. Sus ventajas son que en varios aspectos los supuestos teóricos necesarios son menos restrictivos que para el método endógeno. Schreyer (2007) demostró que las tasas exógenas pueden coexistir con sucesos de los activos no observados, la competencia imperfecta y los rendimientos no constantes a escala<sup>18</sup>.

Sin embargo, también hay varias desventajas del modelo exógeno.

- Primero y principal, una elección tiene que hacerse de cómo exactamente debe elegirse que tasa. Cuando las tasas se permite que varíen entre las industrias o sectores, el problema es compuesto

<sup>17</sup> Por lo tanto, no existe supuesto de previsión perfecta y esto ayuda a tratar con la cuestión de las expectativas: el nivel de los servicios de capital es que el empresario espera cuando hace decisiones acerca del uso de los activos en la producción. Si los costos de los servicios de capital se vuelven menores que el excedente bruto de operación, el empresario ha hecho algunos beneficios puros o parte del excedente bruto de operación pertenece a activos no medidos. Además, cuando hay una tasa esperada, esta refleja las condiciones (en particular los precios implícitos de los servicios de capital) que los productores están afrontando cuando deciden acerca de la producción y la inversión.

<sup>18</sup> Otra ventaja de una tasa *ex-ante* es que esta puede proporcionar un medio para dividir el ingreso mixto entre los ingresos para el trabajo y los ingresos para el capital. En principio, si hay estimaciones independientes para el costo de los servicios de capital de aquellas unidades institucionales cuyo ingreso es mixto, es posible resolver la participación de la remuneración del trabajo y del capital. Dicha información podría compararse contra las estimaciones plausibles del ingreso del trabajo de los auto-empleados. Obtener la información empírica sobre los stocks de capital y los servicios de capital por unidad institucional puede ser difícil pero cuando menos existe la posibilidad de avanzar en el análisis del ingreso mixto.

porque en principio, una tasa tiene que ser elegida que refleje el riesgo específico de la industria. La teoría provee poca guía de cómo especificar la decisión de la tasa de mercado. Desde la perspectiva práctica, puede ser difícil identificar las tasas de retorno exógenas para ciertos países cuando los mercados financieros son subdesarrollados o están bajo severas restricciones regulatorias. Cuando la versión *ex-ante* de la tasa exógena es elegida, se presenta la cuestión adicional de cómo modelar las expectativas.

- Segundo, puede haber eventos económicamente insignificantes costo a usuarios negativo si la tasa nominal de retorno esperada más la depreciación es menor que la tasa nominal esperada de inflación. Si dichas expectativas se materializan, habrá una cuestión de por qué el dueño del activo continuaría manteniéndolo si ya no es económicamente racional seguir haciéndolo<sup>19</sup>.
- Tercero, si existen diferencias sistemáticas entre las tasas endógenas y exógenas para industrias particulares o para la economía como un todo, esto requiere explicación. Mientras que este podría ser un terreno interesante para el análisis, esto complica la vida para el estadístico quien necesita comunicar sobre estas diferencias lo cual no siempre es directo.

Oulton (2007) sugiere un enfoque híbrido donde primero es calculada una tasa endógena, *ex-post* y después se elige la tasa *ex-ante* como la tendencia de la tasa de retorno *ex-post*. Esta propuesta tiene la ventaja de que evita el problema de seleccionar una tasa de retorno exógena mientras que preserva la naturaleza *ex-ante* del cálculo.

Eventualmente, la cuestión de las tasas exógenas versus endógenas y *ex-ante* versus *ex-post* es tan importante sólo como sus efectos empíricos. En esta materia, la evidencia es mixta. Oulton (2007) reporta que los efectos de las tasas de crecimiento a nivel industria de los servicios de capital son pequeños en promedio, aunque en el caso de algunas industrias importantes tales como los servicios financieros y comerciales la diferencia es sustancial. Harper, Berndt y Wood (1989) encontraron que la elección de enfoques no hace diferencia empírica aunque ninguno de sus métodos es verdaderamente *ex-ante* en el sentido de que este combinase las tasas de retorno esperadas con la inflación en el precio esperado del activo. Biatour, Byron y Kegels (2007) examinan los efectos de las elecciones metodológicas para datos de Bélgica y mientras ellos encuentran los efectos de los parámetros *ex-ante* versus *ex-post* en las medidas de crecimiento de volumen de los servicios de capital, estos efectos son contenidos comparativamente y más importantes en el corto plazo que sobre periodos largos. Schreyer (2007) computa las medidas de los servicios de capital para toda la economía para varios países a nivel agregado usando ambos métodos y encuentra marcadas diferencias en los resultados. Sin embargo, sus resultados a los ancho de la economía es probable que sean sesgados para el método endógeno por la convención de cero excedente bruto de operación para los productores no de mercado (ver abajo también).

<sup>19</sup> A manera de ejemplo, considere el rendimiento total  $R$  por un pedazo de tierra durante un periodo. Digamos que el precio de la tierra es  $P^0$  al inicio y  $P^1$  al final del periodo, sea  $F$  la renta y  $r$  la tasa de descuento así que:  $R = P^1/(1+r) - P^0 + F$ .  $R$  no puede ser negativa *ex-ante* si se supone que alguien compra el activo. Es también aparente que  $R$  con  $F < 0$  (un costo a usuario negativo) es menor que  $R$  con  $F = 0$ . Así, un propietario racional de activos siempre renunciará a la tierra del mercado de renta o de usarla en la producción si esto generase un  $F$  negativa. Además, un mercado funcional de renta impulsaría a  $F$  a la alza para que no sea negativa. Los costos del usuario negativos podrían también ser una indicación para la especificación de las variables *ex-ante*. Como explican Harper, Berndt y Wood (1989) los precios de renta negativos tienden a ocurrir cuando las tasas de retorno exógenas *ex-ante* se combinan con tasas *ex-post* del cambio en el precio de los activos en la misma expresión de costo del usuario.

Baldwin y Gu (2007) computan doce tipos de medidas para probar la robustez de los resultados de la productividad canadiense con respecto a diferentes maneras de calcular los costos del usuario. Ellos encuentran que la inclusión o exclusión de un término de revaloración real en la fórmula del costo a usuarios es un elemento importante que afecta los resultados de las mediciones de productividad multi-factores significativamente más que moverse entre las formulaciones *ex-ante* y *ex-post* de la tasa de retorno. Finalmente, las pruebas de sensibilidad con un conjunto de datos artificial presentado en el Anexo de este *Manual*, muestra también el modesto impacto relativo de la elección *ex-ante/ex-post* en las tasas promedio los servicios de capital. Así, aunque la evidencia no es totalmente concluyente, parecería que el problema no debe sobre exagerarse con respecto a sus efectos en la práctica.

**No existe una respuesta general que proceda del análisis de sensibilidad. Los datos y las prácticas podrían ser razonables para un uso podrían no serlo para otro. Por ejemplo, la sensibilidad de los niveles del stock de capital podría ser bastante diferente de la sensibilidad de las tasas de crecimiento.**

Las restricciones de datos también influyen en la elección entre los métodos. El enfoque endógeno requiere que, a un mínimo, una desagregación de la producción en sectores de mercado y no de mercado disponibles y que el alcance de los activos incluidos en el cálculo sea relativamente completo. Si una de estas condiciones no es cumplida, la tasa de retorno endógena resultante es probable que sea sesgada. Por ejemplo, si los activos que entran en la cálculo de los servicios de capital incluyen la tierra, el ingreso que no es del trabajo es dividido por un stock incompleto de activos, que puede conducir a un sesgo a la alza de la tasa de retorno endógena. O, si los productores de mercado no se pueden distinguir de los productores no de mercado, el ingreso no laboral será subestimado (porque las cuentas nacionales no permiten un rendimiento sobre los activos propiedad del gobierno) y la tasa de retorno resultante puede sesgarse hacia la alza. En estos casos, una tasa exógena (*ex-ante*) podría ser preferible a un cálculo endógeno. Debido a que más depende de la calidad de los datos, la construcción cuidadosa del diseño de la medición y el examen de los datos es la clave para aplicar el enfoque endógeno.

Un punto más general es que los datos y las prácticas que son perfectamente razonables para un uso podrían ser más problemáticas para otros usos. O que la precisión es más importante en un área que en otra. Por ejemplo, alguna decisión tiene mucho más impacto en la estimación del *nivel* de los stocks de capital que en sus *tasas de crecimiento*.

Por ejemplo, Baldwin y Gu (2006) abordaron la cuestión de cómo las mediciones de la productividad son afectadas por los métodos alternativos o los supuestos sobre el crecimiento del capital o los servicios de capital. Ellos encontraron que para las tasas de crecimiento que son un insumo dentro de las estimaciones de la productividad, las técnicas alternas y las bases de datos producen aproximadamente los mismos resultados. Por ejemplo, el uso de tasas de rendimiento endógenas y exógenas resultan aproximadamente las mismas tasas de crecimiento de la productividad pero sólo si la tasa exógenas es calculada de manera apropiada que reconozca que los costos del capital privado no son los mismos que las tasas del gobierno. Similarmente, eligiendo diferentes técnicas de estimación de las tasas de depreciación produce aproximadamente el mismo nivel en los servicios de capital pero sólo si es usada la tasa endógena. En contraste, las estimaciones de los niveles del capital productivo son altamente afectadas por estas decisiones y tienen grandes impactos en las hojas de balance de la riqueza. Por tanto, se debe prestar atención a las diferencias en la sensibilidad de los diferentes productos estadísticos que sean producidos.

### 8.3..2. *Tasas de retorno para productores no de mercado*

La discusión hasta ahora ha tratado implícitamente con el sector mercado porque había la presunción de una medición del excedente bruto de operación la cual podría formar la base para el cálculo de la tasa de

retorno. Sin embargo, no existe excedente bruto de operación para los productores no de mercado. El valor de su producto está basado en los costos de los insumos, y el Sistema de Cuentas Nacionales usa la convención de que el costo de capital es medido por el consumo de capital fijo nada más. Ninguna imputación es hecha para el excedente neto de operación, p.e. para financiar el costo de oportunidad del capital y de la retención de las ganancias o pérdidas esperadas. Por implicación, no es posible identificar el precio y volumen de los servicios de capital para los activos usados por los productores no de mercado en la producción.

Muchas razones para esta convención son de naturaleza práctica. Identificar la tasa de interés a ser aplicada para medir el excedente bruto de operación para los productores no de mercado es difícil en la práctica. Esto implica también una imputación adicional en las cuentas nacionales y los institutos de estadística son – con razón – reacios a multiplicar imputaciones en una medición porque ellas portan elementos de subjetividad. Esto ha sido argumentado también que los diferentes institutos de estadística tratarían de diferentes maneras con dicha imputación, conduciendo a una reducción en la comparabilidad internacional de los datos de las cuentas nacionales. A diferencia de la medición de los servicios de capital para los productores de mercado que esencialmente implica un división del ingreso de capital entre un índice de precio y volumen de los servicios de capital pero sin ningún efecto en los principales agregados, la imputación de los costos de capital para los productores no de mercado tiene implicaciones inmediatas para el nivel y la tasa de crecimiento del PIB medido. Esto hace que tal imputación sea aun más delicada y requiere de métodos específicos y transparentes que no están a mano a la fecha.

Una razón más conceptual ha sido planteada también: los productores no de mercado como el gobierno general son por su propia naturaleza unidades económicas que operan no para el lucro. La imputación de una “tasa de retorno” o excedente bruto de operación va en contra de la operación no para lucro y por tanto, una tasa de rendimiento cero y excedente bruto de operación cero son apropiados.

Otros han argumentado, sin embargo, que debe haber un rendimiento positivo para los activos de los productores no de mercado<sup>20</sup>. Un argumento es que las unidades de gobierno no usan medidas de rendimiento neto cuando deciden sobre una inversión pública. Otro argumento es que para los productores no de mercado, el problema no es tanto acerca del rendimiento neto de la inversión en el sentido de beneficios de la inversión de capital sino acerca de la contabilidad del costo que sea tan comprehensiva como sea posible. Los costos de financiamiento para la inversión sin duda existen para los productores no

<sup>20</sup> Por ejemplo, en una revisión del sector gobierno de las cuentas nacionales de EE.UU. por el Consejo Nacional de Investigación de EE.UU., Slater y David (1988) argumentan que: “el supuesto de rendimiento cero es implausible. Si el rendimiento neto fuese realmente cero, esto implicaría una sobre inversión sustancial en el capital público. De hecho, serias faltas de muchos tipos de infraestructura pública, que va desde escuelas hasta sistemas de transporte, son ampliamente percibidos que existen. Si esta percepción es correcta, se deduce que el rendimiento neto de muchas inversiones públicas existentes y de adiciones apropiadas dirigidas a ese stock de capital son un rendimiento positivo. Algunos estudios recientes sugieren que el rendimiento es, de hecho bastante alto (para la revisión de una extensa bibliografía, ver Gramlich, 1994). La falta de una medida de rendimiento neto en las cuentas nacionales no se debe a la creencia de que el rendimiento neto sea realmente cero, sino a las dificultades para estimar el rendimiento. Los rendimientos de la inversión privada pueden ser medidos por los costos de obtener capital para financiar su inversión. Expresado de otra manera, los precios de mercado para el producto de los negocios tiene (en equilibrio) que cubrir los costos del interés sobre los fondos prestados para financiar la inversión más un rendimiento a los dueños del negocio igual al que podría ser obtenido en usos alternativos del capital. Como la mayoría del producto del gobierno no es vendido a precios de mercado, no existen medidas equivalentes del rendimiento neto de la inversión del gobierno no están disponibles directamente. Sin embargo, un sustancial cuerpo de investigación sobre la forma de medir el retorno de la inversión pública está disponible (Gramlich 1994). Varias forma alternativas para medir el retorno de la inversión pública han sido sugeridas, incluyendo la tasa de descuento establecida por la OMB para evaluar los costos y beneficios de los proyectos federarles de capital propuestos; la tasa de los bonos municipales; la tasa de retorno de actividades comparables de empresa privadas; y el desarrollo de medidas de valoración del producto público independientemente de los costos de los insumos, permitiendo así, la aplicación de técnicas usadas para calcular las tasas privadas de retorno”.

de mercado quienes toman préstamos y emiten bonos para dicho propósito. Estos costos de financiamiento son parte de los costos del usuario del capital. Cuando no hay costos directos de financiamiento, porque la inversión es pagada directamente de los impuestos, existen costos de oportunidad (ver Caja 3).

### **Caja 3. Costos de oportunidad – una noción básica en economía**

“El concepto de costo de oportunidad expresa la relación básica entre escasez y selección. Si ningún objeto o actividad que es valuada por cualquiera es escasa, todas las demandas para todas las personas y en todos los periodos pueden ser satisfechas. No hay necesidad de elegir entre opciones valuadas separadamente [...] En este esquema fantasioso sin escasez, no hay oportunidades o alternativa que sean pérdidas, prevenidas o sacrificadas. Una vez que la escasez es introducida, no todas las demandas podrán satisfacerse [...] La escasez introduce la necesidad de tomar una decisión [...] La decisión implica alternativas rechazadas así como seleccionadas. El *costo de oportunidad es la valoración colocada en las alternativas más altamente valuadas de las alternativas u oportunidades rechazadas*. Es este valor que es renunciado o sacrificado con objeto de asegurar el mayor valor que la selección del objeto elegido encarna”. (James M. Buchanan, 1998, p. 719).

Enfocar los costos del usuario del capital bajo la perspectiva de los costos de oportunidad, implica por lo tanto, observar la alternativa mayor valorada que los fondos amarrados a los activos fijos podría generar. En un mercado funcional la teoría sugiere que el mecanismo de precios iguale los costos de oportunidad marginales. Así, habría siempre seguridad financiera con el mismo riesgo como en la inversión en un activo fijo. Esto provee la razón para fijarse en las tasas de retorno de los mercados financieros como una manera de estimar el rendimiento *ex-ante* de los activos fijos. Empíricamente, el problema consiste en identificar los activos financieros con el mismo riesgo que el de una inversión en el activo fijo.

Existe una vasta literatura de cómo medir los costos de oportunidad de la inversión en un contexto no de mercado (ver Drèze y Stern 1987 para una revisión). La medición del costo de oportunidad requiere identificar un valor máximo sacrificado por la inversión a mano. Dicho uso alterno podría ser en términos de consumo o en términos de inversión privada en cuyo caso la tasa de descuento de los hogares o la tasa de rendimiento de mercado podrían ser las tasas de descuento adecuadas para la inversión pública. Por lo tanto, varios autores han sugerido usar un promedio ponderado de las tasas de retorno del mercado y de los hogares.

La interpretación de los costos del usuario a partir de la perspectiva del costo de oportunidad dificulta particularmente aceptar la tasa de retorno cero sobre los activos del gobierno. La implicación es que los fondos usados por el gobierno no tienen un uso alterno. También, una tasa de descuento cero significa que no hay diferencia entre los beneficios de los proyectos de inversión que se efectúan en el futuro cercano y aquellos que se realizan en el futuro distante. Esto puede conducir a resultados implausibles. Alternativamente, si los costos de oportunidad son positivos pero el gobierno usa una tasa de descuento cero para evaluar su inversión, habrá un sustancial sobre inversión en el capital público.

Otro argumento a favor de atribuir los costos de financiamiento al capital del gobierno es en términos del tratamiento simétrico de los activos privados y públicos. La imputación de una tasa neta cero para el activo de gobierno y la existencia de una tasa positiva para los activos de propiedad privada implica que tan pronto los activos cambien de propietario y se muevan, por ejemplo, del sector no de mercado al mercado, ellos generan un mayor rendimiento y más ingreso. Puesto de manera diferente, el nivel y la tasa de crecimiento del PIB se vuelve dependiente de los arreglos institucionales entre los sectores público y privado. Esto es aún más relevante con el creciente número de nuevos arreglos tales como asociaciones públicas y privadas, contratación externa (outsourcing) de las actividades del gobierno y así sucesivamente que han borrado significativamente la frontera entre la producción de mercado y la no de mercado. En contra de este argumento, tiene que mantenerse, sin embargo, que también entre los productores de mercado, la tasa de retorno esperada puede variar en función del premio por el riesgo asociado con la operación de un negocio. El premio por el riesgo implicado la operación del gobierno es probable que sea pequeño y en este sentido, la tasa de retorno para el mismo tipo de activo podría variar dependiendo de la

unidad institucional donde sea empleado. Sin embargo, inclusive con la tasa de riesgo con premio cero no significa que los costos de financiamiento sean cero.

Obsérvese también que cualquier esfuerzo dirigido para desarrollar mediciones basadas en el producto de la producción gubernamental (Atkinson 2005) tiene que ser acompañado con una medición tan completa como sea posible de los insumos del gobierno. De otra manera, las mediciones de la productividad del gobierno – una de las principales razones por las cuales las mediciones de la producción basadas en el producto son desarrolladas en primer lugar – sería sesgada por el peso insuficiente atribuido al insumo de capital.

Al mismo tiempo, existe el problema práctico de cual tasa de retorno elegir para los productores de gobierno y en verdad existen muchas posibilidades. Empezando con una mirada a lo que la teoría económica tiene como propósito en esta materia, el punto de referencia aparecería en la extensa literatura sobre el análisis beneficio-costos para los proyectos llevados a cabo por el gobierno. La elección de la tasa apropiada de descuento en dichos estudios es crucial para sus resultados y ha sido estudiada extensivamente. Nos referiremos a Drèze y Stern (1987) para un sondeo de la teoría del análisis beneficio-costos, incluyendo un sondeo de los enfoques hacia las tasas de descuento. En el núcleo de los estudios del análisis beneficio-costos está la noción de costos de oportunidad los cuales han sido usados también en este *Manual* para caracterizar la naturaleza de los costos a los usuarios para los agentes económicos en general. Por lo tanto, es coherente que sólo el concepto de costo de oportunidad se aplique también al sector público. Al hacerse así, la cuestión que tiene que ser respondida es que si la inversión pública desplaza a la inversión privada o al consumo privado o a ambos. Si la inversión corporativa es desplazada entonces la(s) tasa(s) de retorno para el sector mercado (ver arriba) constituye(n) el costo de oportunidad de la inversión pública; si el consumo privado es desplazado entonces la tasa de retorno de los hogares constituye el costo de oportunidad de la inversión pública. En algunos casos, ambos la inversión corporativa y el consumo de los hogares serán reducidos debido a la inversión pública – directamente vía impuestos – y la tasa de retorno para la inversión no de mercado sería por lo tanto que ser aproximada por un promedio de la tasa de retorno en el sector mercado y la tasa de retorno en el sector de los hogares. Esta es, por ejemplo, la sugerencia de Sandmo y Drèze (1971) (promediando las tasas de interés para consumidores y productores) para medir la tasa de descuento en el análisis beneficio-costos. Para un enfoque similar, ver también Baumol (1986), y Jorgenson y Landfeld (2006) quienes fijan la tasa de retorno para el sector no de mercado como un promedio ponderado de la tasa de retorno en el sector corporativo y en sector de los hogares (aunque su enfoque descansa sobre un cálculo *ex-post*).

**¿Debe haber reconocimiento de los costos de financiamiento en los costos a los usuarios de los activos mantenidos por el gobierno? Muchos argumentos económicos así lo sugieren. Sin embargo, elegir la tasa apropiada de retorno es difícil y requiere medidas simples y robustas para mantener la utilidad y comparabilidad de las cuentas nacionales.**

Un problema práctico asociado con el enfoque de arriba es que puede ser inaplicable cuando los datos básicos son dispersos o de poca calidad. Una solución que es ampliamente en línea con las consideraciones teóricas acerca de los costos de oportunidad y que es simple y potencialmente aplicable para un gran número de países es aplicar la tasa de descuento de los hogares en la forma de una *tasa de preferencia social en el tiempo*. Este enfoque parte de la amplia literatura sobre la evaluación beneficio-costos de los proyectos del gobierno y sus tasas de descuento y ha sido aplicado tanto en países desarrollados como en desarrollo. La tasa de preferencia social en el tiempo (ver por ejemplo Marglin 1963 o Kula 1984) refleja el valor que la sociedad otorga al consumo presente en oposición al consumo futuro. Este tiene el mérito de un cálculo relativamente directo y aplicabilidad demostrada en países de la OCDE y fuera de la OCDE. Mayor discusión sobre la medición de la tasa de preferencia social en el tiempo se presenta en la Sección 16.3.3.

Sin embargo, las incertidumbres empíricas permanecen y nosotros concluimos que las consideraciones conceptuales sobre las tasas de retorno para el gobierno con una expresión de Moulton (2004):

*“En resumen, esta propuesta [el imputar tasas de retorno a los activos mantenidos por el gobierno] conlleva ambos riesgos y beneficios. Como con cualquier imputación, añadir una tasa imputada de retorno lleva el riesgo de hacer las cuentas menos útiles como un indicador de la actividad cíclica. Un programa para crear una cuenta de producción expandida para el sector gobierno como se describe arriba, incluyendo las mediciones de la productividad multi-factor, podría necesitar la estimación de un rendimiento neto. Como parte de dicho programa, desarrollar mediciones mejoradas de los cambios en el volumen del producto del gobierno debería considerarse también como una prioridad junto con la imputación mejorada de los insumos de capital para los servicios de gobierno. Los institutos de estadística de varios países recientemente han llevado a cabo un interesante trabajo sobre las medidas de volumen del producto del gobierno, pero queda mucho por hacer en esta área.” (Moulton, p. 169).*

### 8.3.3. Tasas de retorno para el sector hogares

El sector hogares, otro productor no de mercado, entra en las consideraciones de aquí porque es el responsable de un importante tipo de producción no de mercado: los propietarios de las casas proveen servicios de vivienda así mismos. En su capacidad como productores de servicios de vivienda, los hogares usan activos (estructuras y tierra) que constituyen una parte importante de los insumos en este proceso. El sector hogares es también un usuario de bienes de consumo duradero y algunos investigadores (p.e. Jorgenson 1995) han incluido sistemáticamente aquellos como parte de la inversión y como fuentes de los servicios de capital. En el presente *Manual*, sin embargo, nos apegamos a la convención del Sistema de Cuentas Nacionales y tratamos los bienes de consumo duradero como bienes de consumo final mientras que subrayamos que no hay una razón económica para hacer esto.

La producción de servicios de vivienda para su propio consumo final por los dueños ocupantes, por otra parte, ha sido incluida desde hace mucho dentro de la frontera de la producción en las cuentas nacionales. El valor de la vivienda ocupada por el dueño está determinada en una o dos maneras: ya sea como un equivalente de la renta, p.e. “en la renta estimada que un inquilino pagaría por la misma acomodación, tomando en cuenta factores como localización, vecindario, amenidades, etc. así como también el tamaño y calidad de la vivienda en sí misma” (Sistema de Cuentas Nacionales 1993, párrafo 6.89). O, como una alternativa, un enfoque costo a usuarios es implementado donde los servicios de capital y gasto de mantenimiento son estimados para proveer un valor por los servicios de vivienda proveídos por el sector de los hogares. Esto es descrito en mayor detalle en la Sección 18.1.2.

El enfoque de costo del usuario requiere explícitamente la elección de una tasa de retorno. En las aplicaciones prácticas, esta es tomada como una tasa real a largo plazo, muy a lo largo de las líneas del enfoque *ex-ante* delineado para el sector mercado. Por ejemplo, Eurostat (2001) sugiere que una tasa real del 2.5 por ciento en la estimación de los costos del usuario para los dueños que ocupan su vivienda en los en ese entonces países candidatos a la Unión Europea. Uno puede pensar en enfoques más sofisticados, específicos para cada país para seleccionar la tasa de retorno de los hogares pero cuando el mercado de renta no es representativo para los servicios del mercado de vivienda como un todo como ha sido el caso de muchos países candidatos a la Unión Europea, el enfoque del costo del usuario es el único enfoque factible para medir las viviendas ocupadas por sus dueños. La misma situación se mantiene en muchas economías en desarrollo o emergentes. La tasa real de retorno usada para estos cálculos constituye la tasa de retorno de los hogares que a su vez puede servir como un elemento para determinar la tasa de retorno de los activos del gobierno si dicha tasa es imputada para propósitos analíticos. Una medida razonable de la tasa

real de retorno de los hogares es la tasa de preferencia social en el tiempo descrita en la sección de arriba y discutida al detalle en la Parte II de este *Manual*.

El enfoque de renta equivalente para la vivienda ocupada por su dueño *implica* cierta tasa de retorno, la cual puede ser calculada por la ecualización del valor de las rentas promedio a la expresión de costo del usuario, y controlar para la depreciación y las ganancias reales retenidas<sup>21</sup>. En la práctica, esto es más difícil porque los cálculos independientes de las rentas equivalentes y los costos del usuario han mostrado patrones muy diferentes. Nuevamente, nos referimos a la discusión en la Sección 18.1.2. Pero en este momento, se presentan dos conclusiones útiles a partir de este tipo de discusión de las viviendas ocupadas por sus dueños. Primero, cuando las mediciones de las viviendas ocupadas por sus dueños están basadas en el enfoque de costo del usuario, es consistente usar una tasa de retorno subyacente para los hogares también como un elemento para estimar la tasa de retorno del gobierno. Segundo, el enfoque para las viviendas ocupadas por sus dueños en las cuentas nacionales es un enfoque de costo de oportunidad y en consecuencia consistente con el enfoque más general del enfoque del costo de oportunidad aplicado para el costo del usuario adoptado en este *Manual*.

#### 8.4. Revaloración – consideraciones conceptuales

El segundo ítem de la expresión (2) para el costo del usuario fue el término de revaloración real – el cambio esperado en el precio del activo, corregido por una medida de la inflación total. Mientras que es claro que la revaloración es una entrada en las cuentas de capital – esto marca uno de los ítems necesarios para ir del balance de apertura al de cierre – se han presentado cuestionamientos respecto de la aparición de pérdidas y ganancias retenidas como parte del precio de los servicios de capital. En particular, dos problemas tienden a presentarse en conjunción con este término de revaloración.

Para plantear la primera cuestión correctamente, tenemos que brincar adelante en nuestras consideraciones de la medición del capital y prefigurar el hecho de que el valor de los servicios de capital es aproximadamente (algunas veces exactamente) correspondiente al excedente bruto de operación (EBO). El EBO (gross operating surplus, GOS), es parte del ingreso bruto y como tal no debe incluir las pérdidas y ganancias retenidas. La cuestión que entonces se presenta es si la presencia de las pérdidas/ganancias retenidas en el término del costo del usuario ¿no significa que el ítem de revaloración ha sido introducido ahora como una medida del ingreso?

La respuesta a esta cuestión es no y yace en el signo negativo que precede al término de revaloración  $i^{*t}$  en la expresión (2). Para ver por qué, recuerde que la tasa de retorno  $r^{*t}$  es la tasa de beneficios que un inversionista o accionista esperaría por el uso del activo en la producción. El rendimiento total es esta tasa multiplicada por el stock del activo en consideración. Habrá tres elementos principales a considerar que determinan la tasa de retorno para el accionista: (i) los beneficios de las operaciones “normales” del negocio (p.e. provenientes de la producción en curso), capturada por el GOS; (ii) pérdidas y ganancias reales retenidas asociadas con el activo, etiquetadas HGL; (iii) depreciación, D.

$$(4) \quad \text{Rendimiento total} = \text{GOS} + \text{HGL} - D$$

Esta presentación es consistente con el término del ingreso, el GOS, que *no* incluye las pérdidas o ganancias de capital reales, de otra manera habría doble contabilidad de las últimas. La formulación *es*, sin embargo, consistente con la interpretación del GOS como los beneficios de la actividad de producción en curso, excluyendo los efectos de revaloración. Sólo después de añadir las ganancias de capital y después de sustraer la depreciación obtenemos el rendimiento neto que es relevante para los mercados financieros y

<sup>21</sup> Esto es perfectamente simétrico al enfoque endógeno para calcular la tasa de retorno del sector de mercado donde el excedente bruto de operación es usado para calcular una tasa de retorno.

los inversionistas. Desde luego, la expresión (4) es sólo una manera simplificada de representar los costos del usuario del capital pero es totalmente consistente, por ejemplo con la expresión (2).

La segunda cuestión en conjunción con la retención de las pérdidas y las ganancias nos regresa a la discusión acerca de la depreciación y la obsolescencia. Cómo deben ser tratadas las revaloraciones reales ¿cuando el ingreso bruto es transformado en ingreso neto? ¿Debe el monto sustraído del ingreso bruto incluir o no las pérdidas y ganancias retenidas? En la Sección 5.4, se concluyó que un caso podría hacerse para la medición del ingreso neto (medido como excedente neto de operación. Net operating surplus NOS) en una de dos maneras:

$$(5) \quad \text{NOS} = \text{GOS} - D \quad = \text{Rendimiento total} - \text{HGL}$$

$$(6) \quad \text{NOS}' = \text{GOS} - [D - \text{HGL}] = \text{Rendimiento total}$$

En la primera versión, presentada en la expresión (5), el ingreso neto corresponde a los beneficios de las operaciones normales del negocio (GOS) que excluye los cambios en los precios pero que ha sido corregido por la depreciación. Entonces NOS es igual a (rendimiento total – HGL), p.e. el *rendimiento neto esperado de las operaciones normales del negocio*. Bajo la segunda versión, presentada en la expresión (6), el ingreso neto corresponde al GOS menos una medida combinada de la depreciación y las pérdidas y ganancias que es igual a la expresión para el rendimiento total que requieren los mercados financieros. Así, NOS' reflejará las pérdidas y ganancias reales retenidas. El ingreso neto diferirá entre las dos opciones y corresponderá a ya sea a la noción del ingreso donde la capacidad productiva del stock de capital se mantiene intacta o a la perspectiva donde el capital de riqueza del dueño se mantiene intacto – para una mayor discusión ver la Sección 5.4.

**PARTE II: MEDICIÓN DE LOS STOCKS DE CAPITAL Y LOS SERVICIOS DE CAPITAL –  
IMPLEMENTACIÓN**

## CAPITULO 9. ALCANCE DE LA MEDICIÓN DEL CAPITAL Y CLASIFICACIONES

### 9.1. Alcance

La mayoría pero no todas las mediciones de stock y flujo consideradas en este *Manual* se relacionan con objetos “producidos”, no financieros (activos fijos e existencias) que estén incluidos en la formación de capital bruto como se define en las cuentas nacionales. Los activos no financieros no producidos vienen por la vía del proceso de producción o como importaciones.

La Tabla 12 presenta la lista completa de los activos no financieros reconocidos por el sistema. Para un tratamiento de otros recursos naturales tales como los activos del subsuelo, el lector es referido al *Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting* (United Nations et al. 2003) y a la Sección 18.3. Observe que los dos ítems relacionados con los activos no producidos son parte de los activos producidos. Estos son las principales mejoras a la tierra y los costos de transferencia de propiedad de los activos no producidos.

Todos los activos en la clasificación son relevantes para los balances de la economía y deben, hasta donde sea posible, ser reconocidos ahí. Cuando se trata de medir los servicios de capital, la situación es menos clara. Existe un acuerdo de que los activos fijos deben ser considerados fuentes de los servicios de capital. La discusión acerca de las existencias es menos clara aunque al final, su inclusión fue decidida en el contexto de la revisión del SCN 1993. Existe también acuerdo general de que la tierra constituye una fuente de los servicios de capital y debe por lo tanto, ser reconocida en la medición de los servicios de capital. La principal dificultad con la tierra como fuente de los servicios de capital yace en la implementación de las mediciones de los servicios de capital en la presencia de los mercados de la tierra con burbujas de precios que pueden producir resultados que son difíciles de interpretar tales como los costos del usuario del capital negativos (ver Sección 17). Además de la tierra, hay otros recursos naturales y los activos no producidos que son usados en la producción y que constituyen una fuente de los servicios de capital. Sin embargo, los problemas de medición son a veces severos para estos activos u debido a consideraciones prácticas, ellos son a menudo calculados a partir de las mediciones de los servicios de capital.

Acorde con las convenciones de las cuentas nacionales los bienes de consumo duradero no son considerados como activos:

*“... los bienes de consumo duradero no son considerados como activos fijos. Los servicios de estos duraderos producen servicios a los hogares fuera de la frontera de la producción del Sistema. Si, por ejemplo, una lavadora fuese tratada como un activo fijo, la frontera de la producción debería extenderse para incluir todos los servicios de lavado, ya sea que fuesen hechos a máquina o a mano. Como así se sostiene, la frontera de la producción restringe los servicios de lavado a aquellos servicios proporcionados para otras unidades pero incluye los servicios suministrados a máquina y a mano. Sin embargo, las viviendas ocupadas por sus dueños no son tratadas como bienes de consumo duradero pero se incluyen en dentro de la frontera de la producción. Los dueños ocupantes son tratados como dueños de empresas produciendo servicios de vivienda para su propio consumo” (SCN revisado, párrafo 10.31).*

Por lo tanto, los bienes de consumo duradero no son tratados específicamente en este *Manual*, aunque es bien entendido que su tratamiento como bienes de capital puede ser analíticamente útil en tanto se hagan los ajustes correspondientes a las mediciones de la producción también.

Los analistas económicos y los hacedores de política también han estado interesados en medir lo que es generalmente llamado activos “intangibles” (ver por ejemplo, Corrado, Hulten y Sichel 2005). Estos incluyen la I&D y otros activos en relación con la innovación, capital humano, publicidad y activos organizacionales. Mientras que es interesante desde el punto de vista analítico, ellos están muy lejos de ser reconocidos como activos en las cuentas nacionales, dados los múltiples problemas y dados algunos problemas conceptuales asociados con ellos, una excepción ha sido la I&D que es considerado ahora como un activo de propiedad intelectual.

## 9.2. Clasificaciones

Este capítulo trata con las clasificaciones usadas para publicar las estadísticas del stock de capital. Tres clasificaciones contenidas en el SCN son relevantes – la Clasificación de los Activos, la Clasificación de los Sectores Institucionales, y la Clasificación Internacional Industrial Uniforme de todas las actividades económicas. Estas son usadas en diferentes combinaciones para los stocks brutos y netos de capital y las dos mediciones de flujos cubiertos en este *Manual* – la depreciación y el índice de volumen de los servicios de capital.

El stock de capital neto, los servicios de capital y la depreciación aparecen como entradas en el SCN y esto determina las clasificaciones que se van a usar. Ambos han de clasificarse por el sector que es propietario de los activos. Esta es la clasificación apropiada para el stock de capital, la cual es necesaria para los balances del sistema y para la depreciación, que aparece en la cuenta de producción, en las cuentas de distribución y uso del ingreso y en las cuentas de acumulación.

La clasificación de los activos producidos no financieros, como está dada en el SCN, está diseñada para distinguir entre los activos con base en su función en la producción. La sola diferencia más importante para el tratamiento de los activos en otras clasificaciones tales como la Clasificación Central de Productos es el tratamiento de los costos de transferencia de propiedad. Como se especifica al detalle en el Capítulo 14, acorde con las cuentas nacionales, los costos de transferencia de la propiedad son asignados al activo que está sujeto a la transferencia de la propiedad mientras que dichos costos son tratados separadamente bajo las clasificaciones de productos.

Las estadísticas del stock de capital sirven a un número de usos analíticos, tales como el cálculo de las razones capital-producto o las tasas de retorno del capital y para estudios del capital y de la productividad multi-factor. Para estos propósitos, es usualmente preferible clasificar los activos de acuerdo al tipo de actividad del propietario y por tipo de activo. Esto implica una clasificación cruzada por la CIIU y por la Clasificación de Activos.

**Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros**

<b>Activos producidos</b>	<b>Activos fijos</b>	Viviendas		
		Otros edificios y estructuras	Edificios no residenciales	
			Otras estructuras	
			Mejoras a la tierra	
		Maquinaria y equipo	Equipo de transporte	
			Equipo TIC	
			Otra maquinaria y equipo	
		Sistemas de armas		
		Activos cultivados	Ganado de cría, lechero, de tiro, etc.	
			Viñedos, huertos y otras plantaciones de árboles que dan productos repetidos	
		Costos de transferencia de la propiedad de activos no producidos		
		Productos de propiedad intelectual	Investigación y desarrollo	
			Explotación y exploración minera	
			Programas de calculadora y bases de datos	Programas de calculadora
				Bases de datos
			Entretenimiento, originales literarios o artísticos	
			Otros productos de propiedad intelectual	

Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros (continuación)

	Existencias	Materiales y suministros		
		Trabajo en proceso	Trabajo en proceso de activos cultivados	
			Otro trabajo en proceso	
		Bienes terminados		
		Existencias militares		
		Bienes para reventa		
	Valores	Metales y piedras preciosos		
		Antigüedades y otros objetos de arte		
		Otros valores		
<b>Activos no producidos</b>	Recursos naturales	Tierra natural	Tierra natural debajo de los edificios y estructuras y agua asociada en la superficie	
			Tierra natural bajo cultivo y agua asociada en la superficie	
			Tierra natural de recreo y agua asociada en la superficie	
			Otra tierra natural y agua asociada en la superficie	
	Activos del subsuelo	Reservas de carbón, petróleo, minerales y gas		
		Reservas de minerales metálicos mineral		
		Reservas de minerales no metálicos		

**Tabla 9.1 Clasificación revisada de activos no financieros (continuación)**

		Recursos biológicos no cultivados	Bosques naturales	
			Otros cultivos y recursos vegetales	
			Stocks de peces silvestres y mamíferos acuáticos	En aguas nacionales incluyendo Zona Económica Exclusiva (ZEE)
				Fuera de la ZEE
		Recursos acuíferos	Acuíferos	
			Otros	
		Otros recursos naturales	Espectro radioeléctrico	
	Otros			
	Contratos, arrendamientos y licencias	Derechos de propiedad de terceros	Arrendamientos operativos Mercadeables	
			Permisos para usar recursos naturales	
		Derechos para bienes y servicios futuros con base exclusiva	De los representantes legales	
			De la producción futura	
	Fondo comercial y comercialización de activos			

### 9.2.1. Clasificación por tipo de activo

La parte de las cuentas nacionales de la Clasificación de Activos que cubre los activos no financieros está dada arriba en la Tabla 12. Clasificación revisada de activos no financieros. La mayoría de los países que compilan ahora estadísticas del stock de capital usan una desagregación de los activos para propósitos de publicación que es menos detallada que esta y el cuestionario estándar que es usado por las organizaciones internacionales para capturar estadísticas anuales acorde con el SCN requiere de una desagregación menos extensa. En contraste, Buró de Análisis Económico de EE.UU. (siglas en inglés, BEA) publica estadísticas del stock de capital desagregadas en más de 80 tipos de activos.

La exactitud de las estadísticas del stock de capital está determinada hasta un importante alcance por la exactitud de los índices de precios usados para reevaluar los activos. En general, entre mayor nivel de detalle de la inversión para el cual haya disponibles deflatores separados y tasas de la depreciación, más confiables

**Para muchos propósitos analíticos, los datos de la inversión que son clasificados transversalmente por activo e industria o sector institucional constituye la información clave. Similarmente, los balances sectoriales proveen la desagregación necesaria de los activos para la comparación entre los sectores y a través del tiempo.**

serán las estimaciones de los activos y el consumo de capital fijo; esta es una de las razones por las que el BEA usa una clasificación muy detallada. Con la misma consideración en mente, Eurostat (2001) sugiere un nivel mínimo de detalle apropiado para la deflatación de la formación bruta de capital fijo en este Manual sobre la medición de los precios y volumen en las cuentas nacionales; cada clase de activos en esta clasificación es pensada para que sea relativamente homogénea con respecto a los movimientos de los precios. Observe que el equipo de comunicaciones y las calculadoras están distinguidos por separado porque el comportamiento de los precios para estos bienes es muy distinto al de los otros activos. Observe también que esta clasificación sigue todavía la clasificación de activos del SCN 1993 de antes de la revisión y por lo tanto no es un subconjunto de la clasificación revisada mostrada en la Tabla de arriba.

### 9.2.2. *Clasificación por sector institucional*

El SCN identifica cinco sectores institucionales: corporaciones no financieras, corporaciones financieras, gobierno general, hogares e instituciones no lucrativas que sirven a los hogares. Estos cinco sectores son más desagregados para dar un total de 36 subsectores al nivel más detallado.

El nivel de detalle usado para la clasificación del stock de capital y el consumo de capital fijo depende del grado de detalle sectorial usado en los balances (para el stock neto) y en las cuentas no financieras (para la depreciación). Los pocos países que compilan balances en tiempo presente clasifican mayoritariamente los stocks en cinco sectores institucionales, pero con alguna desagregación del gobierno por nivel central, local, fondos de seguridad social, por ejemplo. Una desagregación similar es usada por la mayoría de los países para las cuentas no financieras, aunque el sector de las corporaciones financieras es algunas veces desagregado para distinguir entre las instituciones de depósito y otras instituciones financieras.

El cuestionario anual de las cuentas nacionales usado por las organizaciones internacionales para captar las estadísticas de las cuentas nacionales exige que las cuentas no financieras sean sub-sectorizadas como sigue y esto determina el detalle del sector institucional para clasificar el consumo de capital fijo: corporaciones no financieras, corporaciones financieras, gobierno central, estatal y local, fondos de seguridad social, hogares e instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares.

En la práctica, muchos países no pueden distinguir por separado a las instituciones sin fines de lucro que sirven al sector de los hogares. Algunos países encontrarán también muy ambiciosa la desagregación del gobierno y sólo serán capaces de proveer estimaciones para el gobierno general como un todo.

### 9.2.3. *Clasificación por actividad*

Para la mayoría de los estudios analíticos, los flujos y stocks de capital será necesario clasificarlos por tipo de actividad. Como regla general, entre más detallada sea la desagregación de las actividades, más útil serán las estadísticas para dichos propósitos. Sin embargo, consideraciones prácticas limitan el monto de detalle que puede ser mostrado. Por ejemplo, si es usado el Método de Inventario Permanente (MIP), el tipo de actividad desagregado no podrá ser más detallado que la clasificación del tipo de actividad usada para captar las estadísticas sobre la formación bruta de capital fijo. Si la última es muy detallada, las

transferencias de los activos usados entre los productores en diferentes actividades afectarán la confiabilidad y reducirá el monto de detalle que puede ser mostrado razonablemente. Una clasificación que podría ser útil para algunos países que empiezan sus estadísticas sobre el stock de capital está dada en la Tabla 13.

El cuestionario anual de las cuentas nacionales anuales exige que las estadísticas para el stock de capital sean desagregadas en 17 tipos de actividades. Estas son las 17 categorías de tabulación de la CIIU (revisión 3). Sería posible hacer esta lista más útil distinguiendo las principales actividades dentro de las manufacturas (que es una sola categoría de tabulación) y mediante la agrupación de algunas categorías que cubren las actividades de los servicios.

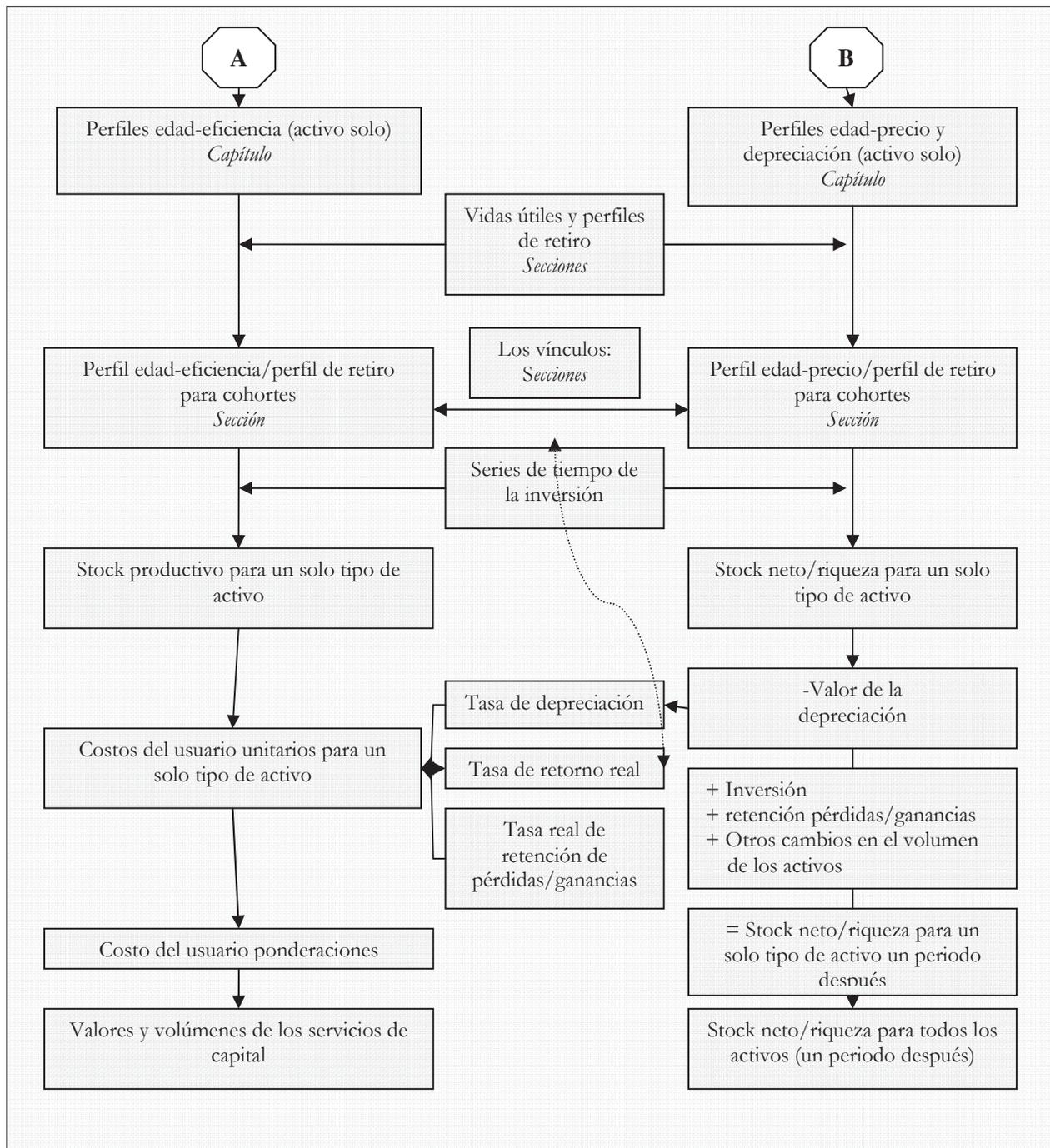
**Tabla 9.2 Clasificación de actividades sugerida para las estadísticas del stock de capital**

CIU Tabulación Categorías	Descripción
A + B	Agricultura, caza, silvicultura y pesca
C	Minas y canteras
D	Manufacturas ( <i>con 4 o 5 actividades importantes identificadas por separado</i> ).
E	Electricidad, gas suministro de agua
F	Construcción
G + H	Comercio al mayoreo y al menudeo, reparación de vehículos y bienes del hogar, hoteles y restaurantes
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
J + K	Intermediación financiera, bienes raíces, alquiler y actividades de negocios
L	Administración pública, defensa y seguridad social
M, N + O	Educación, salud y trabajo social, otras actividades comunitarias, sociales y servicios personales

## CAPITULO 10. EL METODO DEL INVENTARIO PERMANENTE – RESUMEN

El método del inventario permanente (MIP) es el enfoque más ampliamente usado para la medición de los stocks y los flujos de los activos fijos. Este descansa en la simple idea de que los stocks constituyen flujos acumulados de inversión, corregidos para el retiro y la pérdida de eficiencia. La secuencia básica de implementación se muestra en la figura de abajo.

- Existen dos puntos de entrada en el proceso de consumo: mediante la definición del perfil edad-eficiencia para cada tipo de activo (punto de inicio A) o por la definición del perfil edad-precio/depreciación para cada tipo de activo (punto de inicio B). El siguiente paso es definir un perfil de retiro con sus parámetros, entre ellos la vida útil promedio y máxima.
- El perfil de retiro esta combinado con el perfil edad-eficiencia (sendero A) o con el perfil edad-precio para una cohorte. En el caso de la depreciación geométrica, los dos perfiles coinciden y el proceso de implementación empieza sólo aquí.
- Dado el perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte, y dada la tasa de retorno, el perfil edad-precio/retiro para una cohorte puede ser derivado y viceversa.
- El siguiente paso es aplicar estos perfiles a las series de tiempo de la inversión. El perfil edad-eficiencia aplicado a las series de la inversión resulta en una medida del stock de capital productivo. El perfil edad-precio aplicado a las series de la inversión resulta en la medición del stock neto o de riqueza. El perfil de la depreciación es justamente otra manera de presentar el perfil edad-precio. Aplicado a las series de inversión, el perfil de la depreciación resulta en una medida del valor de la depreciación para un tipo particular de activo.
- La tasa de depreciación para un activo nuevo (tomada del perfil de depreciación), la tasa real de retorno y la tasa real de retención de pérdidas y ganancias de los datos básicos apunta para calcular el costo del usuario unitario para un activo nuevo.
- Multiplicar el costo del usuario unitario para un activo nuevo por el stock de capital (expresado también en unidades de eficiencia del nuevo activo), resulta una medida del valor total de los servicios de capital para un tipo particular de activo.
- El cambio en el volumen de los servicios de capital es obtenido por la construcción de un promedio ponderado de los cambios en el stock de capital productivo por tipo de activo. Cada participación del activo en el total de los costos del usuario constituyen las ponderaciones de este índice.
- Por el lado de los cálculos de la riqueza, los stocks netos al inicio y al final de cada periodo pueden ser comparados. Los cambios en el stock de la riqueza consisten de adiciones a través de la inversión, menos la depreciación más las ganancias retenidas menos las pérdidas retenidas más otros cambios netos en el volumen del activo.



## CAPITULO 11. PERFILES EDAD-EFICIENCIA

El perfil edad-eficiencia de un solo activo describe el patrón de tiempo de la eficiencia productiva de un activo conforme envejece. La forma específica del perfil edad-eficiencia es un problema empírico aunque la evidencia empírica sólida es escasa y a menudo reemplaza por supuestos plausibles. La función edad-eficiencia de un solo activo refleja las pérdidas en la eficiencia debidas al desgaste así como ciertos efectos en las vidas útiles. Por ejemplo, si la obsolescencia afecta la vida útil de un activo – p.e. porque los aumentos seculares en los precios de la energía o los incrementos en el salario real hacen que un activo sea de uso no lucrativo después de cierto número de años – esto puede afectar el máximo de la vida útil, un parámetro de la función edad-eficiencia. La obsolescencia podría entonces implicar el retiro de un activo, lo que aumenta en una función edad-eficiencia sin cambio hasta el punto del retiro y caer a cero en este punto.

La función edad-eficiencia para un solo activo (de un tipo particular) puede ser representada por  $g_n(T)$  donde  $n$  es un índice para la edad que va de cero (un activo nuevo) hasta  $T$ , la edad de retiro del activo. El parámetro edad-eficiencia es siempre una medida no negativa entre la unidad y cero. Porque la eficiencia de un activo nuevo ha sido igual a uno, cada  $g_n(T)$  representa la eficiencia relativa de un activo con una edad  $n$  comparada con un activo nuevo. En principio, la función edad-eficiencia puede tomar varias formas pero para propósitos prácticos, tres formas funcionales merecen mencionarse: hiperbólica, lineal y geométrica.

Los **perfiles hiperbólicos edad/eficiencia**, por ejemplo, han sido usados por el Buró de Estadísticas del Trabajo de EE.UU. (BLS, siglas en inglés) (1983), el Buró australiano de estadísticas (ABS 2000, siglas en inglés), Estadísticas de Nueva Zelanda, Mas et al (2006) y la OCDE (Schreyer et al, 2003). La declinación hiperbólica tiene la forma:

$$(7) \quad g_n(\text{hiperbólica}) = \frac{T - n}{T - b \cdot n}$$

Donde  $b \leq 1$  es un parámetro que da la forma de la función. Típicamente<sup>22</sup>, el perfil hiperbólico muestra una forma donde los activos pierden poco de su capacidad productiva durante las primeras etapas de su vida útil pero experimentan pérdidas rápidas de la capacidad productiva hacia el final de sus vidas útiles.

*“El parámetro de reducción de la eficiencia  $b$  se fija en 0.5 para la maquinaria y equipo y 0.75 para las estructura – los mismos valores de los parámetros son usados por el BLS. Entre más elevado el valor de otros edificios y estructuras se redistribuye la eficiencia declinando posteriormente en la vida del activo, en relación a la maquinaria y equipo, cuya declinación de la eficiencia se distribuye más uniformemente a través de la vida del activo. Para los programas de cómputo,  $b$  se fija en 0.5. Para el ganado,  $b$  es también fijada en 0.5. Claramente, una función edad-eficiencia y una función edad-precio pueden suponerse mediante el reconocimiento de que el ganado está inmaduro por un número de años antes de que empiece a servir como animales*

<sup>22</sup> Debe observarse que la función hiperbólica no necesariamente resulta en los perfiles edad-eficiencia que son cóncavos al origen. Harper (1983) da ejemplos de funciones hiperbólicas que son convexas al origen.

*maduros. Sin embargo, dichas mejoras comprometen la simplicidad del modelo y las mejoras por hacerlas serían bastante pequeñas. Para la exploración mineral,  $b$  es fijada en 1, implicando que no hay declinación de la eficiencia en el conocimiento de la exploración. Lo opuesto es el caso para los originales artísticos, donde  $b$  es fijada en 0, implicando que la eficiencia declina en línea recta". (ABS 2000).*

Para completar, y como esta ha sido usada en el ejemplo numérico en el Capítulo 3.2, presentamos también un **perfil lineal edad-eficiencia**,  $g_n$  (lineal):

$$(8) \quad g_n \text{ (lineal)} = 1 - n/T.$$

Aquí, la eficiencia productiva declina por el monto de una constante absoluta en cada periodo. La función lineal es de presentación simple pero no necesariamente es la forma más plausible de la pérdida de eficiencia de un activo. Un punto importante que retener es también que el perfil de eficiencia lineal no es normalmente compatible con un perfil lineal edad-precio. Cómo se conectan los perfiles edad-precio y edad-eficiencia se ha mostrado en el Capítulo 3.2 y será explicado más sistemáticamente abajo. Pero la implicación es que el ampliamente usado perfil edad-precio y el patrón lineal de depreciación asociado no siguen al perfil lineal edad-edad eficiencia.

La función edad-eficiencia de arriba ha sido formulada para un solo activo. Cuando una cohorte entera es analizada, tiene que tomarse en cuenta el hecho de que no todos los activos de la misma cohorte se retirarán al mismo tiempo – existe una distribución de retiro alrededor de una vida útil promedio. La Sección 13.3 y el Anexo 4 describen cómo una distribución de retiro es combinada con un perfil edad-eficiencia o edad-precio para obtener un perfil edad-eficiencia o edad-precio para toda una cohorte. Este paso es innecesario cuando se emplean perfiles geométricos. Ellos combinan directamente las funciones edad-eficiencia y retiro. Además, los perfiles geométricos edad-eficiencia y edad-precio coinciden así que no se necesita una larga derivación de uno a partir del otro.

El perfil **geométrico edad-eficiencia** constituye el perfil más frecuentemente usado en las aplicaciones empíricas. Este postula que la eficiencia para una cohorte declina a una tasa constante  $\delta$ . El concepto va cuando menos tan atrás como Matheson (1910) aunque él lo aplicó en el contexto de la depreciación, p.e. para describir las pérdidas del valor más que la de la eficiencia (ver abajo). Los perfiles de eficiencia geométrica han sido usados ampliamente por Jorgenson (1995) y muchos otros investigadores.

$$(9) \quad g_n \text{ (geométrica)} = (1 - \delta)^n$$

Debido a que  $\delta$  es también la tasa de depreciación geométrica, las estimaciones empíricas de las tasas de depreciación proveen también los parámetros para la función edad-eficiencia (ver Capítulo 12 para los métodos empíricos de la determinación de los parámetros de la depreciación).

### ***11.1. Derivación de los perfiles edad-eficiencia a partir de los perfiles de la depreciación***

Cuando hay información acerca del perfil edad-precio o la depreciación, el perfil edad-eficiencia puede ser derivado. Dado un perfil edad-precio para una cohorte, así como también las tasas asociadas de depreciación y dada una tasa real de retorno  $r^*$ , se puede calcular un perfil edad-eficiencia consistente. Debe observarse que el vínculo entre el perfil edad-eficiencia y el perfil edad-precio es establecido al nivel de la cohorte entera, p.e. empezando con una función combinada edad-eficiencia/retiro que combine la información acerca de la distribución de retiro y acerca del perfil edad-eficiencia para un solo activo (ver sección 13.3 y Anexo 4).

## CAPITULO 12. PERFILES EDAD-PRECIO Y DEPRECIACIÓN

En este documento, el consumo de capital fijo o la depreciación han sido definidos como la pérdida del valor de un activo debido al deterioro físico (desgaste), y debido a la obsolescencia normal. La depreciación es un concepto de valor, ha de ser distinguido de los conceptos cuantitativos tales como la función edad-eficiencia que captura las pérdidas en la eficiencia productiva de un activo. Existen varias maneras de determinar los parámetros de la depreciación. Ellos incluyen:

- Empezar con la información empírica acerca de la vida útil de los activos, y hacer un supuesto adicional acerca de la forma funcional del patrón de la depreciación. Los diferentes enfoques para evaluar las vidas útiles empíricamente son descritos en la Sección 13.1;
- Uso de la información sobre la depreciación implícita en los precios de los activos usados y explotarla econométricamente;
- Derivar los patrones de la edad-precio y la depreciación a partir de los perfiles edad-eficiencia;
- Usar el enfoque de la función producción y estimar las tasas de depreciación econométricamente.

Los primeros dos métodos son por mucho los más comunes y serán descritos con algún detalle abajo. El enfoque de la función producción será descrito muy sucintamente.

### 12.1. Formas funcionales del patrón de depreciación

**Modelo de depreciación de línea recta.** Un modelo común de la depreciación es el modelo de línea recta. Dada una vida útil de un activo duradero, el perfil edad-precio del activo sigue un patrón de declinación lineal:

$$(10) \quad p_n/p_0 = 1-n/T; \quad n = 0, 1, \dots, T.$$

La pérdida del valor del activo entre dos rendimientos consecutivos es un monto constante ( $1/T$ ) del valor inicial del activo:  $p_n - p_{n+1} = 1/T$ . El perfil edad-precio traduce directamente en una secuencia las tasas de depreciación,  $\{\delta_n\}$ , definidas como la pérdida porcentual en el valor del activo debido al envejecimiento o  $\delta_n = 1 - p_{n+1}/p_n$  tal que  $\delta_n = 1/(T-n)$ . Considere el precio del costo del usuario de un nuevo activo bajo una depreciación lineal. La expresión simplificada es:

$$(11) \quad c_n = p_n(r^* - \delta_n) \\ = p_n[r^*(1-n/T) - (p_n - p_{n+1})/p_n] \\ = p_n r^*(1-n/T) + p_0/T$$

Bajo la depreciación lineal, este término del costo del usuario no se vuelve cero conforme la vida útil del activo termina, esto es cuando  $n$  se acerca a  $T$ . Esto implica un caso implausible, a saber, el valor positivo del servicios de capital no tiene valor.

El perfil edad-precio (10) ha sido definido para un solo activo. Para aplicaciones prácticas, se tiene que hacer una reserva para la distribución de retiro. La transformación del perfil edad-precio para un solo activo a un perfil combinado edad-precio/retiro para una cohorte entera es descrito en la Sección 13.3.

**Modelo de depreciación geométrico o de balance decreciente.** Otro modelo común es la depreciación geométrica o de balance decreciente. Diewert (2005a) encontró que este enfoque de fecha atrás hasta Matheson (1910). Como se mencionó antes, este método es computacionalmente simple; ha sido usado en gran número de estudios económicos (ver Jorgenson 1995, 1996 para una muestra de documentos influyentes) y a sido adoptado también gradualmente por los institutos de estadística, entre ellos el BEA de EE.UU. el modelo geométrico de depreciación  $\delta$  (para una aplicación inicial ver Jorgenson y Griliches 1967) es caracterizado por

$$(12) \quad p_n/p_0 = (1 - \delta)^n; \quad n = 0, 1,$$

La independencia de esta tasa de depreciación de la edad del activo genera una fórmula del costo del usuario particularmente conveniente. Los costos del usuario son proporcionales a los precios de los activos y en general, el factor de proporcionalidad comprende las tasas de retorno, de depreciación y la revaloración dependen del año del activo porque la tasa de depreciación es dependiente de la edad. Bajo el modelo geométrico, el factor de proporcionalidad se vuelve independiente del año del activo. Una importante implicación es que el valor de la depreciación no tiene que ser calculado separadamente para cada año pero es obtenido directamente por la aplicación de la tasa de depreciación al stock de capital neto. Además, el stock de capital productivo y el stock de capital neto coinciden en el caso de las tasas geométricas porque los perfiles edad-precio y edad-eficiencia coinciden.

Otra característica de las tasas geométricas es que ellas típicamente combinan el perfil edad-precio y de retiro para una cohorte de activos. Como se ha mostrado en la Sección 13.3 varios perfiles edad-precio para activos individuales, cuando son combinados con perfiles de retiro para cohortes enteras, generan perfiles que son más o menos convexos al origen así que el modelo geométrico puede ser usado como una aproximación al patrón combinado edad-precio/retiro. Alternativamente, cuando la información de los precios de los activos de segunda mano es usada para estimar las tasas geométricas econométricamente, un ajuste específico es hecho para tomar en cuenta los patrones de retiro y por el hecho de que los precios observados son sólo precios de los activos sobrevivientes (ver siguiente Sección).

En la ausencia de estimaciones econométricas de las tasa de depreciación geométricas,  $\delta$  ha sido estimada algunas veces con el método del balance decreciente y con base en la información acerca de la vida útil promedio de un grupo de activos. Hulten Y Wykoff (1996) hicieron la siguiente sugerencia para convertir una vida útil promedio de una cohorte,  $T^A$ , en una tasa de depreciación. Ellos proponen un procedimiento en dos pasos basado en la fórmula del balance decreciente  $\delta = R/T^A$  donde R es una tasa del balance decreciente. Bajo la fórmula del doble balance decreciente, R es dada igual a 2, pero generalmente es preferible turnar los resultados empíricos para la forma del patrón geométrico de la depreciación. Hulten y Wykoff, en sus estudios empíricos encontraron un valor promedio de R que es menor a 2. Sus resultados sirvieron como base para las tasas de la depreciación geométrica usadas por el BEA (ver Frumeni 1997)<sup>23</sup>. Baldwin et al (2007), por otra parte, reporta estimaciones econométricas de las tasas del balance decreciente en un rango entre 2 y 3.

Sobre todo, los parámetros de los modelos geométricos de la depreciación se derivan mejor con los estudios econométricos de los precios de los activos usados. Aunque la base empírica no es muy amplia,

<sup>23</sup> El BEA usa la tasa del saldo decreciente de 1.65 para la mayoría de la maquinaria y equipo y una tasa de 0.91 para las estructuras no residenciales, basada en Hulten y Wykoff (1981) y Wykoff y Hulten (1979).

estos resultados proveen mucho mejores cimientos para la estimación de la depreciación que los simples supuestos. Los principios de dichos estudios son descritos abajo.

## 12.2. Estimaciones empíricas de los perfiles edad-precio de los activos usados

### 12.2.1. Concepto

Los estudios econométricos de la depreciación usan las observaciones de los precios de los activos nuevos y usados por varios periodos (para una muestra más extensa de los estudios de la depreciación ver Jorgenson 1996). La mayoría de los enfoques pueden ser trazados hasta el trabajo de Hall (1971) quien estableció un modelo econométrico para las funciones de precios anuales. El principal trabajo empírico en este campo fue conducido por Hulten y Wykoff (1981). Ejemplos de trabajos más recientes son Oliner (1993), Geske, Ramsey y Shapiro (2007), y Doms, Dunn, Oliner y Sichel (2004). En forma amplificada estos modelos pueden caracterizarse como sigue.

$$(13) \quad \ln P^{n,v,t} = a + \beta D_n + \gamma D_v + \mu D_t + \varepsilon$$

Las observaciones en los precios de una clase particular de activos se distinguen por la edad  $n$  del bien de capital, por su año (p.e. un modelo en particular, descrito por un conjunto de características  $v$ ) y por el tiempo de compra  $t$ . El coeficiente  $\mu$  en esta regresión resultará en una estimación del cambio en el precio promedio de la clase de activos bajo consideración, mientras que controlar la edad y las características de los modelos en la muestra. En otras palabras,  $\mu$  es una estimación del índice de precios constantes-calidad para los nuevos activos, con mucho el tipo el tipo de índice discutido en el contexto de la deflatación del gasto de inversión como primera etapa hacia la construcción de las medidas de los stocks de capital.

El coeficiente  $\beta$ , adjunto a la variable edad, representa el cambio porcentual en los precios cuando el activo se mueve por una unidad, quedando las características y el tiempo constantes. El efecto económico medido por  $\beta$  captura lo que ha sido etiquetado como “degradencia” por algunos autores (ver Triplett 1998 para una discusión), p.e. la pérdida en el valor debido al desgaste por el uso de un bien de capital conforme envejece. Este es un efecto puro de la edad en el sentido de que es medido mientras las características de calidad se mantienen constantes.  $\beta$  es también un parámetro capaz de captar el efecto “limones”, identificado primero por Akerlof (1970). El comercio de los activos usados es a descuento cuando los compradores no pueden evaluar la calidad de los bienes ofrecidos a la venta cuando ellos asumen que los vendedores intentan vender bienes deficientes.

Este problema ha sido discutido también por Hulten y Wykoff (1981): ellos cuestionan si los activos comercializados en los mercados de segunda mano son representativos del stock total de activos, incluyendo la gran mayoría de los activos que permanecen en posesión de los dueños originales hasta que ellos son desechados. Si el problema de los defectos (“limón”) es generalizado, los precios de las muestras de segunda mano no serán representativos. Aunque la mayoría de los activos de segunda mano no sean limones (p.e. no sean defectuosos), así que algunos prospectos de compradores temen que pueda haber algunos defectuosos entre los activos que se ofrecen, los precios se deprimirán y los precios de los activos comercializados en los mercados de segunda mano subestimarán los valores de mercado de los activos que no sean comercializados. Como punto adicional es que pueda haber una relación inversa entre el efecto limón y la edad de un activo. Si un activo es puesto en el mercado mientras este es relativamente nuevo, los compradores prospectivos podrían sospechar más acerca de los posibles defectos que cuando el activo es comercializado hacia el final de su vida útil normal. La sugerencia opuesta se ha hecho también, a saber, los activos usados son puestos a la venta con objeto de captar fondos y así las firmas venderán sus mejores activos en lugar de los peores. Intentos para determinar la validez de estas y otras teorías acerca del alcance

hasta el cual los activos de segunda mano son representativos del stock total de activos no son concluyentes.

El coeficiente  $\gamma$  captura los efectos de las características del producto, p.e. la calidad del producto en los precios. La obsolescencia está directamente asociada con las características del producto: un nuevo modelo de una clase de activos puede tener nuevas características o más de ciertas características que un modelo viejo y esto típicamente deprimirá el precio de los modelos viejos aunque estos no hayan cambiado físicamente *como tales*. Debido a que obsolescencia esperada es considerada parte de la depreciación en las cuentas nacionales, los efectos relacionados con la obsolescencia deben de ser reflejados en las medidas de la depreciación. Sin embargo, como Oliner (1993) ha demostrado cuando los datos de la inversión han sido deflactados con índices de calidad a precios constantes – como es el caso típico – sólo  $\beta$  debe formar la base para las estimaciones empíricas de las tasas de depreciación porque el cambio en la calidad ya ha sido capturado por el deflactor calidad constante.

Un enfoque relacionado usa la información de encuestas sobre la venta de activos, implementada recientemente, por ejemplo en Japón (Nomura 2008). Bajo el enfoque de Nomura, los precios son captados en una encuesta de ventas. Las empresas proveen información sobre el precio de compra de un activo (valor bruto en libros a precios históricos) y sobre el precio al cual el activo fue vendido. Nomura (2008) usa entonces un índice de precios de los activos nuevos para expresar el costo de adquisición a precios del periodo actual, ajustados por un margen comercial y corregido por los costos de transporte para obtener así una valoración a precios de comprador. Dadas las razones entre los precios de venta y de adquisición por tipo de activo, un perfil edad-precio puede ser estimado económicamente, suponiendo un perfil de depreciación geométrico y ponderando las observaciones de los valores de los activos vendidos pero que sobrevivieron por la probabilidad de sobrevivencia correspondiente y ponderando las observaciones sobre los valores de los activos vendidos y descartados por uno menos la probabilidad de sobrevivencia. Las tasas de depreciación y los parámetros de la función de sobrevivencia son ambos estimados empíricamente.

#### **Caja 4. Tasas de depreciación basadas en el gasto de capital y la encuesta de ventas de Japón**

Las encuestas japonesas sobre los gastos de capital y las ventas, conducidas en 2005 y 2006, captaron alrededor de 260,000 observaciones sobre la venta de activos de la contabilidad de las empresas privadas. Cerca de 26,000 transacciones relacionan las ventas de los activos con la información de los precios de venta. La encuesta japonesa tiene unas características únicas. Primero, los datos captados proveen información bastante completa sobre las características de los activos vendidos, y sobre el tiempo de su adquisición y venta. Con cada punto de datos sobre la venta, un identificador distingue entre la venta de un activo de segunda mano por uso continuo y un descarte del activo desechado. Segundo, la encuesta japonesa tiene un impresionante número de activos detallados – más de 600 al nivel más detallado. Esto proporciona tipos de activos más homogéneos que en el caso de un pequeño número de tipos de activos. Tercero, los periodos de adquisición y de venta fueron investigados mensualmente, por tanto, capturando también los activos con vidas útiles relativamente cortas.

### Tasas de depreciación para Japón

		Manufacturas	No- manufacturerera	Total	Canadá*	EE.UU.*
A	Edificios y construcción	0.108	0.109	0.109	0.083	0.032
	A-1 Vivienda propiedad de las firmas	0.101	0.100	0.101		
	A-2 Plantas para manufacturas	0.107		0.107	0.090	0.030
	A-3 Almacenes	0.090	0.090	0.090	0.075	0.030
	A-4 Edificios de oficinas	0.103	0.103	0.103	0.070	0.030
	A-5 Hoteles, tiendas y restaurantes	0.129	0.111	0.111	0.100	0.030
	A-6 Otros edificios	0.106	0.126	0.122	0.070	0.030
	A-7 Plantas de energía eléctrica		0.122	0.122	0.090	0.020
	A-8 Suministro de agua e instalaciones de desagüe		0.131	0.133		
	A-9 Comunicaciones e instalaciones de radiodifusión		0.104	0.104	0.120	0.020
	A-10 Otra construcción	0.145	0.147	0.146	0.130	0.020
B.	Maquinaria y equipo	0.189	0.199	0.195	0.200	0.018
	B-1 Edificios e instalaciones anexas	0.141	0.136	0.138		
	B-2 Maquinaria	0.183	0.182	0.182	0.148	0.155
	B-3 Equipo de transporte	0.254	0.218	0.222	0.193	0.170
	B-4 Otra maquinaria y equipo	0.224	0.260	0.243	0.194	0.168
Reagrupado	Computadoras y máquinas fotocopadoras	0.364	0.363	0.363	0.450	0.500
	Equipo de comunicaciones	0.322	0.310	0.313	0.230	0.140

Nota: Para una comparación gruesa, las estimaciones para Canadá y EE.UU para categorías de activos similares fueron derivadas como promedios simples de estos países más las tasas de depreciación detalladas.

Fuente: Nomura (2008).

#### 12.2.2. Evidencia empírica

Muchos estudios de los precios de los activos de segunda mano se han hecho en los Estados Unidos, quizá porque los mercados de activos de segunda mano están más desarrollados en ese país. No es seguro que los perfiles edad-precio identificados para los activos en los Estados Unidos sean también típicos para otros países, aunque los estudios llevados a cabo en otras partes, por ejemplo, en Canadá, Reino Unido y Japón, han encontrado perfiles edad-precio similares.

**Caja 5. Tasas de depreciación basadas en la encuesta gasto de capital y ventas de Statistics Canada**

Cuando los institutos de estadística compilan regularmente los datos sobre el gasto de capital y la venta de capital, esta puede ser una buena fuente de información para la estimación de los perfiles edad-precio y la depreciación (ver Sección 13.1.1 para mayor descripción)- La Encuesta de gasto de capital y reparación (CES, siglas en inglés) conducida por Statistics Canada provee un buen ejemplo para este enfoque. La encuesta cubre cerca del 80% de la inversión de los negocios canadienses con cerca de 30,000 firmas encuestadas cada año. La parte de la encuesta que trata con el gasto de capital es central para la estimación de la formación bruta de capital fijo en Canadá y como tal un insumo clave para el método del inventario permanente. Sin embargo, la información crucial para la estimación de las tasas de depreciación viene de aquellas partes de la encuesta que tratan con la venta de capital.

La base de datos de la venta permite la estimación directa de las tasas de depreciación para 36 grupos mayores de activos. La base de datos contiene datos individuales sobre el valor de venta de los activos, sobre la edad de los activos y sobre el correspondiente valor en libros. Otra pieza interesante de información viene de una cuestión sobre la vida esperada de los activos nuevos junto con el valor de la inversión de los nuevos activos.

Tradicionalmente, las muestras de los activos usados no contienen información sobre los retiros, y los datos de precios tienen que ser ponderados por supuestas probabilidades de sobrevivencia. Tales ajustes no se requieren cuando la información sobre los desechos es incluida directamente en la base de datos. La variable básica usada en estudios recientes sobre la depreciación (Statistics Canada (2007), Patry 2005) es la tasa entre el precio del activo cuando es vendido y su valor bruto en libros:  $P=SV/GBV$ . El valor en libros, inicialmente a precios históricos, es expresado en precios del año de venta usando deflatores de la inversión. Así, la tasa  $P$ , junto con la información acerca de la edad del activo cuando es vendido, permite estimar una función edad-precio al cual se convierte fácilmente en un perfil de depreciación. Un desafío metodológico en este contexto ha sido tratar con el hecho de que el valor bruto en libros comprende no solo el valor de compra inicial del activo sino también las mejoras acumuladas que han sido capitalizadas durante la vida útil del activo.

Las tasas ex-post de depreciación se pueden comparar con la información de la encuesta sobre la vida útil esperada. Las vidas útiles esperadas ( $T$ ) pueden ser traducidas en tasas de depreciación  $\delta$  con el método del balance decreciente dada la información acerca de la tasa del balance decreciente  $DBR$ :  $\delta=DBR/T$ . Statistics Canada obtiene la  $DBR$  econométricamente y encuentra que como un todo, las tasas de depreciación ex-ante y ex-post fueron razonablemente cercanas.

Uno de los resultados más interesantes de estos estudios es la tasa comparativamente alta de la depreciación y de la vida útil corta que resulta para las estructuras. Por ejemplo, los autores encontraron que una tasa del 6% de depreciación y una vida útil promedio de 33 años para los edificios – considerablemente menor que en otros países y que en estudios anteriores en Canadá. Resultó que a través del tiempo, la vida útil de los edificios ha declinado. Esto subraya la necesidad de estudios regulares y comprehensivos sobre el patrón de la depreciación, sino habrá el peligro de terminar con valores sesgados para la depreciación y los insumos de capital.

Fuentes: Statistics Canada (2007, Tanguay y Nakamura (próximamente), Patry (2005).

Idealmente, estos estudios deben usar precios actuales de las transacciones. Unos cuantos estudios han hecho esto usando los precios de remante. Este es a menudo el caso en los estudios de equipo de granja porque los remates son una manera común de disponer de los activos cuando las granjas salen de los negocios. Otros estudios han tratado de obtener los precios de transacciones de los corredores de bienes de segunda mano mediante encuestas. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han basado en las “listas de precios”. Estas publican los precios ofrecidos por los corredores, como el regateo es común en estos mercados, ellas podrían sobre elevar los precios actuales de la transacción. En casi todos los casos, el primer precio en el perfil edad-precio – el precio de un activo nuevo – es casi siempre el precio de lista aunque las observaciones siguientes sean los precios genuinos de transacción. Finalmente, cuando menos un estudio (Lee 1978) ha usado los valores de los seguros. Este fue un estudio sobre los barcos de pesca ya

que estos corren riesgos substanciales por pérdida accidental, ambos dueños y aseguradoras han compartido el interés en asegurar que los valores asegurados sean realistas. Este no es siempre el caso para los activos que afrontan menores riesgos de accidentes.

Una fuente significativa de sesgos, acerca de la cual no hay disputa, se presenta a partir del hecho de que los precios de los activos de segunda mano necesariamente se refieren a los activos que todavía no han sido retirados del stock de capital. Dentro del grupo entero de los tractores agrícolas de una marca dada, modelo y año de fabricación, habrá algunos que sus precios de segunda mano sean cero porque ellos ya han sido desechados. Un número de estudios (Jorgenson 1996) han tratado de corregir este sesgo mediante la adición de algunos precios cero (no observados) al conjunto de los precios que han sido observados. Es usualmente supuesto que los activos con precios cero fueron quitados del stock siguiendo una función de mortalidad en forma de campana tal como la curva “S3” de Winfrey. Hulten y Wykoff (1981) ajustan las observaciones de los activos usados antes de que ellos apliquen su procedimiento econométrico. Esto permite integrar los efectos de sobrevivencia y consecuentemente, las resultantes tasas de depreciación que combinan los efectos del retiro, el decaimiento y la obsolescencia.

Tres conclusiones principales acerca de los perfiles edad-precio se pueden obtener de dichos estudios:

- Primero, diferentes tipos de activos exhiben un amplio rango de perfiles edad-precio. Si el precio es graficado en el eje vertical y la edad en el horizontal, los estudios han encontrado que los perfiles edad-precio que son cóncavos al origen, que hay líneas horizontales, que caen en línea directa y que son convexos al origen. Los estudios han cubierto un amplio rango de maquinaria industrial, agrícola y de construcción, edificios comerciales e industriales y equipo de transporte y que por lo tanto no es sorpresa que ellos no hayan identificado un solo patrón estándar para el perfil edad-precio de los activos.
- Segundo, a pesar de lo anterior, por mucho el perfil más común edad-precio es una línea que va a través del tiempo con alguna convexidad hacia el origen. Esto es casi siempre el caso para la maquinaria y equipo y es generalmente el caso de los edificios.
- Tercero, la curva con pendiente convexa hacia abajo, que es la más comúnmente detectada en estos estudios, no sigue una simple ley matemática. Algunos de estos estudios han probado si sus perfiles de precios agregados observados siguen uno o dos modelos simples – geométricos (p.e. precios de los activos cayendo por una tasa constante cada año) o en línea recta (p.e. precios de los activos cayendo por un monto constante cada año). Pruebas estadísticas casi invariablemente rechazan ambos de estos modelos simples, aunque la línea recta es usualmente rechazada más firmemente que el modelo geométrico. En resumen, para citar la experiencia de Hulten y Wykoff (1996): “Aunque es rechazado estadísticamente, el modelo geométrico es por mucho el más cerrado de cualquiera de los otros candidatos. Esto nos conduce a aceptar el patrón geométrico como una aproximación razonable para grandes grupos de activos, y extender nuestros resultados a los activos para los cuales no hay mercado de reventa por la imputación de las tasas de depreciación basadas en el supuesto de relacionar la tasa de declinación geométrica a las vidas útiles de los activos.”

### ***12.3. Derivación de los perfiles de depreciación a partir de los perfiles edad-eficiencia***

Cuando existe información o cuando se han hecho supuestos acerca del perfil edad-eficiencia y del perfil edad-precio se puede derivar el patrón de depreciación. Los perfiles edad-precio y edad-eficiencia se relacionan y un simple ejemplo numérico de cómo los perfiles edad-precio se pueden derivar a partir de los perfiles edad-eficiencia fue dado en el capítulo 3.2. el vínculo conceptual entre los dos perfiles es la condición de equilibrio de mercado – el precio de un activo es igual al valor descontado de sus ingresos futuros esperados – debido a que es un factor importante que forma los precios de renta futuros el factor

edad-eficiencia relacionado con que activo contribuirá a la producción. Este patrón edad-eficiencia es reflejado por los costos del usuario relativos para los activos diferente edad:  $f_n/f_0=h_n$  donde  $f_n/f_0$  es el costo del usuario de un activo de  $n$  años de edad relativo a un activo nuevo donde  $h_n$  es el perfil edad-eficiencia/retiro. Una demostración más formal de esta derivación está dada en el Anexo 4.

Debe observarse que el vínculo entre los perfiles edad-eficiencia y edad-precio es establecido al nivel de toda la cohorte, p.e. empezando con una función edad-eficiencia/retiro que combine la información acerca de la distribución de retiro y acerca del perfil edad-eficiencia para un solo activo (ver Sección 13.3). Dado un perfil edad-eficiencia para una cohorte, y dada una tasa real de retorno  $r^*$ , un perfil edad-precio consistente puede ser calculado. Observe una posibilidad circulatoria cuando la tasa de retorno real es calculado endógenamente y cuando el perfil edad-precio es derivado del perfil edad-eficiencia: una tasa retorno es necesaria para calcular el perfil edad-precio y por lo tanto la depreciación. Pero la tasa de depreciación es necesaria para calcular la tasa de retorno endógena. Una, tediosa, manera de tratar esta situación es resolver un sistema de ecuaciones no lineales. Una solución más simple es usar una tasa real de retorno aproximada y plausible, tal como el 4% y resolver para el perfil edad-precio. El problema no aparece cuando las tasas de retorno son exógenas y/o cuando los perfiles edad-precio y edad-eficiencia son geométricos.

#### 12.4. Enfoque de la función producción

La siguiente descripción del enfoque de la función producción parte directamente de Diewert (2005b) a quien referimos para una descripción más extensa y mayores referencias. El enfoque de la función producción postula la existencia entre el producto  $y^t$  producido durante el periodo  $t$ , cantidades de insumos no durables  $x^t$ , y cantidades de insumos durables de diferente edad  $\{I^{t-n}\}$  de manera que:

$$(14) \quad y^t = f [x^t, I^t + (1-\delta)I^{t-1} + (1-\delta)^2 I^{t-2} + (1-\delta)^3 I^{t-3} + \dots + (1-\delta)^T I^{t-T}]$$

Dadas las observaciones sobre productos e insumos, y dado el supuesto acerca de la forma funcional de la producción, se pueden usar técnicas de regresión para obtener estimaciones de  $\delta^{24}$ . Los estudios empíricos que usan el enfoque de la función producción para estimar las tasas de depreciación incluyen Epstein y Danny (1980), Pakes y Griliches (1984). Nadiri y Prucha (1996) y Doms (1996). Como Diewert (2006a) puntualiza, debe observarse que las tasas de la depreciación que son estimadas usando el enfoque de la función producción pueden ser diferentes de las estimaciones resultantes de los estudios de los activos usados. El enfoque anterior incorpora los efectos del deterioro y obsolescencia (y por lo tanto están en línea con la noción de la depreciación en las cuentas nacionales) mientras que el enfoque de la función producción incorpora típicamente sólo los efectos del deterioro físico.

Las técnicas econométricas aplicadas a los modelos basados en la teoría de la producción, también han sido usados para estimar las tasas de depreciación para el capital de la investigación y desarrollo (Bernstein y Mamuneas 2006, Hall 2006) para la cual no hay posibilidad de usar los precios de los activos usados para determinar las tasas de depreciación. Esta es una manera de introducir alguna objetividad en la difícil área de medir el capital de la I&D y la depreciación<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Estrictamente hablando, el método produce estimaciones del perfil edad-eficiencia. Sin embargo, debido al supuesto de las tasas geométricas, no hay diferencia entre los perfiles edad-precio y la edad-eficiencia.

<sup>25</sup> Un caveat aquí es que típicamente, este enfoque se sustenta en las estimaciones econométricas de la depreciación dada una tasa de retorno. La última se supone que, p.e. tomada como una variable exógena y los resultados estimados sobre las tasas de la depreciación pueden variar con las tasas de retorno supuestas. Es poco claro si, hablando empíricamente, este es un efecto importante o no.

## CAPITULO 13. VIDAS ÚTILES Y RETIRO DE ACTIVOS

### 13.1. *Vidas útiles de los activos*

La exactitud de las estimaciones del stock de capital derivadas del Método del Inventario Permanente depende crucialmente sobre las vidas útiles – p.e. sobre la longitud de tiempo que los activos son retenidos en el stock de capital, ya sea en el stock del comprador original o en los stocks de los productores quienes los compran como activos de segunda mano. Observe que la vida del activo se entiende aquí como una noción económica<sup>26</sup>, y no como una noción física o de ingeniería de los bienes de capital. Esto es importante porque esto implica que las vidas de los activos pueden cambiar con el tiempo simplemente debido a consideraciones económicas aunque el activo permanezca físicamente sin cambios. De hecho, las vidas útiles económicas son una avenida por la cual la obsolescencia se manifiesta así misma – la decisión de retiro es tomada porque aparece un activo nuevo y posiblemente más productivo y/o más barato, dejando al modelo viejo obsoleto.

Más precisamente, la vida útil promedio o media tiene que ser distinguida de la *vida útil máxima* de una cohorte de activos porque las vidas útiles de los mismos activos dentro de una cohorte son descritos normalmente por una función de retiro o mortalidad, más de la cual se presenta abajo. La primera sección abajo ve las fuentes que están disponibles para estimar las vidas útiles, la siguiente sección considera la evidencia de que las vidas útiles pueden cambiar con el tiempo y la sección final ve como los errores en los supuestos de la vida útil pueden afectar la confiabilidad de las estimaciones del stock de capital. El anexo 1 muestra las vidas útiles usadas para diferentes países.

#### 13.1.1. *Fuentes para estimar las vidas útiles*

Las principales fuentes para estimar las vidas útiles son las vidas de los activos prescritas por las autoridades fiscales, contabilidad empresarial, encuestas estadísticas, registros administrativos, asesoría de expertos y las estimaciones de otros países.

**Vidas fiscales.** En la mayoría de los países, las autoridades fiscales especifican el número de años que se pueden deducir de varios tipos de activos de los beneficios antes de calcular las obligaciones fiscales. Muchos países – incluyendo Australia y Alemania, por ejemplo, - hacen algún uso de ellos, ya sea para estimar la vida útil de los activos para los cuales no hay otra fuente disponible, o para proveer una verificación creíble sobre las estimaciones de la vida útil obtenidas por otros métodos.

**Para propósitos de las cuentas nacionales, las vidas útiles son vidas útiles económicas que pueden ser diferentes de las vidas útiles físicas.**

<sup>26</sup> Diewert (2006c) examina un modelo basado en Harper (2007) donde las tasas crecientes de los salarios reales inducirán un retiro temprano de los activos; p.e. este modelo puede proveer una explicación para la obsolescencia. El documento estudia cómo agregar los años y cómo medir la depreciación en el contexto de este modelo incorporado.

**Caja 6. Vidas útiles de stocks de capital en Alemania**

La sola fuente más importante para las vidas útiles de los activos en Alemania son las reglas de la depreciación para las compañías fijadas por el Ministerio de Finanzas de Alemania. Las Tablas de depreciación (*AfA Tabellen*) proveen, por tipo detallado de activo, información sobre la longitud de las vidas útiles para propósitos fiscales. Como esta vida útil fiscal reflejan un principio de prudencia, ellas tienden a subestimar la verdadera vida útil económica por lo que el *Statistisches Bundesamt* las ajusta para propósitos de medir la depreciación hacia al alza entre un 20 y 100%. Los factores de ajuste están basados en opiniones de expertos de las asociaciones de empresas y la industria. Hasta un pequeño grado, las vidas útiles son diferenciadas por industria. Por ejemplo, se supone que los camiones tienen una vida útil más corta en la construcción que en cualquier otra industria.

Las vidas útiles para las estructuras, en particular las viviendas y los edificios no residenciales, y las vidas útiles para los activos intangibles tales como programas de cómputo están basados en series de otras fuentes y están típicamente diferenciados entre distintas industrias. Para cada año de inversión, existe una vida útil promedio diferente, porque cada año el producto, la industria y la composición sectorial de las vidas útiles pueden cambiar. La Tabla de abajo muestra ejemplos de vidas útiles promedio para tipos de activos así como el margen de las vidas útiles para productos particulares dentro de cada categoría de activos

Tipo de activo	Vida útil promedio	Mínimo y máximo de vida útil de productos dentro del tipo de activo
Edificios	66	15 – 150
Edificios residenciales	74	40 – 95
Calles	57	35 – 116
Equipo	12	5 – 30
Equipo de transporte	11	8 – 25
Maquinaria y equipo	12	5 – 30
Productos de metal	18	14 – 22
Equipo para procesamiento de datos	5	5 – 9

*Fuente:* Schmalwasser and Schidlowski (2006)

La cuestión interesante es qué fuentes son usadas para estimar las vidas útiles fiscales en primer lugar. En general, parece que las vidas fiscales están basadas en una variedad de fuentes de diferente confiabilidad incluyendo la opinión de expertos, encuestas ad hoc de activos en industrias en particular y asesoría de organizaciones de comercio. En general, la exactitud de las vidas útiles fiscales dependerá del alcance en el cual ellas son aplicadas en los cálculos fiscales. Algunos gobiernos usan varios sistemas de depreciación acelerada para promover la inversión con el resultado que las vidas útiles fiscales se vuelven irrelevantes para el cálculo de las obligaciones fiscales, y no los cobradores de impuestos ni los contribuyentes tienen ningún incentivo para ver que sean exactas y mantenerlas actualizadas. Sin embargo, en varios países las vidas fiscales están basadas en investigaciones periódicas por las autoridades fiscales y puede suponerse que son realistas.

En algunos casos, los estadísticos han concluido que el patrón de las vidas fiscales a través de las industrias o los tipos de activos son bastante realistas pero que hay una tendencia hacia un sesgo general en una dirección u otra. Ellos por lo tanto, aplican un factor de corrección a la alza o a la baja antes de usarlas para sus estimaciones del MIP.

**Contabilidad empresarial.** La contabilidad empresarial a menudo incluye información sobre las vidas útiles que ellos están usando para depreciar activos. Singapur y Australia ambos han hecho uso de las vidas útiles reportadas en la contabilidad empresarial. El Comité Internacional de Estándares Contables por algunos años ha estado promoviendo que los países miembros adopten estándares comunes para la contabilidad empresarial y las reglas del Comité requieren que las compañías reporten las vidas útiles de los activos usados para calcular la depreciación en sus cuentas. Las cuentas de las compañías podrían por lo tanto, ser mejores fuentes de información en un futuro.

Las cuentas de las compañías casi siempre registran los stocks de activos a valores históricos (o “adquisición”), y mientras que esto es una desventaja para muchos propósitos, esto no necesariamente previene que ellos sean usados para estimar las vidas útiles. Las estimaciones de precios de la formación bruta de capital fijo (siglas en inglés, GFCF) son, por definición, valuadas también a precios de adquisición y por lo tanto consistentes con las estimaciones de los stocks en las cuentas de las compañías. Si lo último puede convertirse a una base bruta mediante la adición de la depreciación (que es también registrada a precios históricos en la contabilidad empresarial) las vidas útiles se pueden estimar mediante la comparación del stock bruto de cada año con la suma de las inversiones durante vario número de años precios hasta encontrar cuantos años de inversiones acumuladas son casi iguales al stock de capital de cada año. Esta técnica ha sido usada en Francia, Italia y EE.UU.

#### Caja 7. Determinación de las vidas útiles de datos de compañías en Francia

Un análisis sistemático de los datos de la información de las compañías fue llevado a cabo por Atkinson y Mairesse (1978) para determinar la vida útil promedio del equipo en Francia. Los investigadores del instituto nacional de estadística procedieron como sigue. Atkinson y Mairesse compilaron las series de datos para el capital y la inversión de 124 firmas manufactureras francesas para el periodo 1957-1975 La medida de capital es el valor bruto en libros de los activos fijos excluyendo la tierra y los edificios como se registran cada año en los balances, la variable inversión es el valor correspondiente del flujo del equipo. En línea con la práctica contable, todas las variables son a precios históricos. Con algunas estimaciones extra para generar largas series de inversión, Atkinson y Mairesse construyeron la variable stock de capital  $K_{i,t} = \sum_{s=0}^{t-1} \varphi(s, \sigma) I_{i,t-s}$  basada en las inversiones pasadas  $I_{i,t-s}$  para las firmas  $i=1, 2, \dots$ ; ponderadas con una función de retiro  $\varphi(s, \sigma)$  cuyos parámetros  $\sigma$  (que en su turno determinan la vida útil promedio) que son una incógnita. Subsecuentemente, los autores emplearon un procedimiento econométrico para estimar  $\sigma$ . Más específicamente, ellos estimaron la función lineal

$$S(\sigma) = \sum_i \sum_t (\log K_{i,t} - \log K_{i,t}^*)^2$$

Que selecciona los parámetros  $\sigma$  sobre el criterio de que ellos minimizan la diferencia entre el stock de capital construido

$K_{i,t}^*$  y las mediciones del stock de capital de las cuentas empresariales  $K_{i,t}$ . Los autores también prueban para diferentes formas de la función de retiro, tal como una log normal y una distribución de Weibull. Los datos son tratados por sector económico. Los resultados indican que las vidas útiles promedio para el equipo de bienes manufactureros para el periodo bajo consideración en Francia tuvo un rango entre 16 a 21 años.

**Encuestas estadísticas.** Dos tipos de encuestas son relevantes para la estimación de las vidas útiles – aquellas que preguntan a los productores acerca de los *activos descartados* durante algunos periodos contables previos y aquellas que preguntan a los informantes que den las fechas de compra y de las *vidas útiles remanentes esperadas* de los activos actualmente en uso. Holanda ha estado llevando a cabo una encuesta sobre descarte de activos por algunos años (ver caja) y la República Checa recientemente ha añadido cuestiones acerca de los descartes en su encuesta anual sobre gasto de capital. El Reino Unido por otra parte, investigó la factibilidad de una encuesta de descartes pero concluyó que muy pocos informantes serían capaces de proporcionar información confiable acerca de los activos que ya habían sido descartados del stock. Existe también un enfoque indirecto para estimar las vidas útiles (ver Caja sobre Holanda).

La OCDE (2001b) reporta sobre muchas otras encuestas de este tipo – p.e. encuestas preguntando a los informantes acerca de las vidas útiles esperadas. Corea y Japón han llevado a cabo investigaciones de larga escala de los stocks de capital y de las vidas útiles de los activos cubriendo la mayoría de las actividades. Canadá, Italia y España han añadido preguntas acerca de las vidas útiles esperadas en las encuestas vigentes de inversión de capital o producción industrial. Los Estados Unidos llevaron a cabo un número de encuestas por industria específica en la década de los 70 con la vista en actualizar las vidas útiles usadas para propósitos fiscales. Una encuesta llevada a cabo en Nueva Zelanda a nombre de las autoridades fiscales se concentró en 250 tipos específicos de plantas, maquinaria, transporte y otros tipos de equipo. Para cada tipo de activo, un grupo objetivo de productores fue identificado el cual podría esperarse que use ese tipo particular de equipo y los informantes fueron interrogados para que reportasen el año de compra y la vida útil remanente de un tipo individual de activo. Mediante la confirmación de un solo activo la encuesta obtuvo una buena tasa de respuestas.

#### **Caja 8. Vidas útiles y patrones de descarte basados en observaciones directas en Holanda**

**Fuentes:** Holanda se cuenta entre los pocos países donde la información de encuestas está disponible sobre los stocks de capital y sobre el descarte de capital. Combinada con información de las encuestas de la inversión, estas fuentes son usadas para estimar las vidas útiles y los patrones de retiro por tipo de activo. Tales observaciones directas existen sólo para las industrias manufactureras. Hasta 2003, las encuestas de stock de capital fueron conducidas a través de visitas en sitio a las empresas manufactureras de 100 empleados o más, con cobertura de todas las industrias de dos dígitos en la CIIU, y relacionando seis tipos de activos. Las encuestas sobre los descartes han sido conducidas anualmente desde 1991 para el mismo grupo de empresas como en la encuesta de stock de capital. Importantemente, las encuestas sobre los Descartes hacen una distinción entre desechar un activo y venderlo en el mercado de segunda mano.

**Principales características del método:** para cada tipo de activo e industria, el stock bruto de un año en particular menos el valor de descarte de ese año durante el año es dividido por el stock bruto del año a principio de año. Esta razón aproxima, para cada año, la probabilidad de sobrevivencia condicional de estar en existencia al inicio del periodo. Después, un supuesto es hecho de que las tasas de sobrevivencia son generadas por una función de densidad de probabilidad de Weibull que ha sido encontrada que da una buena aproximación sobre la forma en que el grupo de activos instalados en un año dado sean descartados. La función de Weibull (ver también la expresión (17) abajo) tiene dos parámetros que caracterizan su forma. Estos parámetros son entonces elegidos de tal manera que las probabilidades de sobrevivencia generadas por la función sean tan cercanas como sea posible a las probabilidades de sobrevivencia empíricas calculadas a partir de los resultados de la encuesta. Dados los parámetros, la vida útil esperada de cada grupo de activos puede ser calculada.

La estimación de los valores óptimos del parámetro es llevada a cabo para cada combinación activo/industria. Una regla para la exclusión de los valores anómalos es aplicada para abolir distribuciones de probabilidad irrazonables. Para el periodo 1993-2001, los datos de la encuesta de capital están disponibles en dos años separados para la mayoría de las industrias las estimaciones se hicieron para cada año. Cada distribución de sobrevivencia es chequeada su plausibilidad y algunos resultados son excluidos porque ellos no pasan la inspección visual. Cuando los resultados son aceptables para ambos años de observación para la misma combinación industria/activo, se toma un promedio, de otra manera el resultado más plausible es tomado para la selección final. Además, algunas verificaciones de calidad se efectúan antes del conjunto final de funciones de retiro para cada industria/activo sea usada en las cuentas nacionales. Los resultados se muestran en el Anexo 1 de este *Manual*.

Los productores de bienes de capital necesitan saber la estructura de edades del stock de activos con objeto de pronosticar la demanda futura. Por esta razón, las asociaciones de comercio y los editores de revistas técnicas algunas veces llevan a cabo encuestas, las cuales pueden proveer información sobre las vidas útiles. La información de estas fuentes sobre particulares tipos de activos está disponible en las publicaciones de comercio y técnicas en algunos países.

Al mismo tiempo, alguna precaución es necesaria también cuando se use la información del gasto de capital y de las encuestas de descarte. Frecuentemente, las respuestas de los informantes indican cuanto tiempo la firma que posee actualmente el activo lo ha mantenido, pero no incluye cuanto tiempo ha sido propiedad de un dueño previo. Esto puede ocurrir a pesar de las instrucciones al informante que como dueño actual no tenga registros de que tan viejo era el activo cuando lo compró usado. Además, las respuestas pueden referirse a cuando la firma vendió el activo a otro usuario. Esto no es lo mismo que desechar o retirarlo. Las estimaciones de la vida útil de dichas encuestas podrían ser subestimadas como un resultado. Claramente, la depreciación debe depender sobre del total de la vida útil de un activo, no solo sobre la vida de ese activo cuando está en poder de cierto productor.

**Registros administrativos.** Para algunos activos, las entidades gubernamentales mantienen registros administrativos que pueden ser usados para estimar las vidas útiles. En casi todos los países son guardados registros de licencias de construcción y de demolición de viviendas y edificios comerciales y registros de las matrículas de los vehículos que trazan las vidas útiles de los vehículos de carretera. Los aviones y los barcos son sujeto de controles similares. Los cuerpos regulatorios en las industrias de electricidad, ferrocarriles y telecomunicaciones son también fuentes posibles de información.

**Asesoría de expertos.** En la mayoría de los países aparece cuando menos una base sobre la vida útil de algunos de sus activos por asesores expertos. Esto implica la búsqueda de asesoría de un panel de ingenieros de producción familiares con un corte transversal sobre las condiciones de las industrias representativas, o preguntándole a las empresas que producen bienes de capital por las vidas útiles normales de los diferentes tipos de equipo. Como ya se mencionó, los productores de equipo de capital necesitan tener estimaciones realistas de las vidas útiles comunes de los activos que ellos producen porque las ventas para reemplazar los activos existentes son parte significativa de su mercado total. Los productores de activos son por lo tanto, una fuente potencial de información confiable sobre las vidas útiles.

**Estimaciones de otros países.** La mayoría de los países revisan las estimaciones usadas por otros países para asegurarse de sus propias estimaciones no están muy lejanas de la línea de aquellos países vecinos o similares. Ciertamente, cuando los países estiman primero los stocks de capital, ellos usualmente buscan la literatura o contactan a otros institutos de estadística para encontrar las vidas útiles usadas en otras partes. Existe aquí el peligro de que si los países copian sistemáticamente las vidas útiles de otros países, sea creada la impresión de que existe un consenso bien sustentado sobre el asunto cuando de hecho, pocos, si es que algunos países, han investigado realmente las vidas útiles de los activos en sus propios países. Debe ser observado que las vidas útiles tienen que ser fuertemente influenciadas por factores específicos de cada país tales como, los precios relativos del capital y el trabajo, las tasas de interés, el clima y las políticas de inversión. Las estimaciones de otros países pueden proporcionar una amplia verificación de credibilidad pero no debe ser adoptada sin cuestionarse.

**Vidas útiles implícitas en las tasas de depreciación.** Cuando las tasas (constantes) de depreciación son estimadas con la ayuda de técnicas econométricas está hecha una declaración implícita acerca de las vidas útiles promedio. Aunque la vida útil máxima de un activo depreciado geoméricamente tiende a infinito, el número de años después de los cuales el activo ha perdido 50%, 90% o 99% de su valor puede ser calculado fácilmente. Más específicamente si la relación  $P_n = (1-\delta)^n P_0$  describe el patrón geométrico del precio de un activo conforme envejece (su perfil edad-precio) donde  $n$  es la edad del activo y  $\delta$  es la tasa de depreciación obtenida con estimaciones econométricas, entonces el número de años  $n^*$  por el cual un nuevo activo habrá perdido  $X\%$  de su valor está dado por  $n^* = \ln(X/100)/\ln(1-\delta)$ .

### 13.1.2. *Costos de transferencia de propiedad*

El costo de transferir la propiedad de los activos es tratado como formación bruta de capital fijo (ver también Capítulo 14). Debido a esto, los costos de la transferencia de propiedad están sujetos también al consumo de capital fijo. En el Sistema de Cuentas Nacionales es recomendado que los costos de la transferencia de propiedad sean amortizados durante el periodo que el comprador espera poseer el activo, lo cual puede o no corresponder a la vida útil entera del activo. Los costos de transferencia de propiedad sobre la eliminación de un activo y también los costos terminales (por ejemplo los costos de desmantelamiento) deben también ser amortizados durante el periodo en que el activo es poseído pero son registrarlos cuando se haya incurrido en ellos realmente. Cuando esto no se pueda seguir por falta de datos adecuados, estos costos terminales deben todavía ser registrados como formación bruta de capital fijo pero amortizado como consumo de capital fijo en el año de adquisición.

Los costos de transferencia de propiedad pueden estar o no atados con el propio activo. Los servicios de capital asociados con los activos para los cuales los costos de transferencia de propiedad sean pagados, por ejemplo, considerados como derechos de propiedad de los cuales el dueño del activo se beneficia mientras él/ella tiene en su poder el activo. Que los costos de transferencia de propiedad sean una inversión para un activo separado se refleja también en la clasificación de los activos no financieros donde los costos o la transferencia de propiedad se muestran como una categoría de activos, al mismo nivel que los edificios o la maquinaria y equipo.

Como el periodo promedio durante el cual los activos están en poder de un dueño es típicamente menor que la vida útil del activo, una implicación es que la vida útil sobre la cual los costos de la transferencia de propiedad son amortizados, es inferior a la vida útil del activo con el cual se relacionan los costos. También, si no es materia del curso que el deflactor para el activo subyacente sea el índice de precios apropiado para los costos de la transferencia de propiedad en sí mismos. Un deflactor general tal como el índice de precios al consumidor podría ser más apropiado. Similarmente, la forma de los perfiles edad-eficiencia y edad-precio pueden ser diferentes. Entonces, con objeto de tomar en cuenta estas circunstancias específicas, los costos de transferencia de la propiedad deben ser calculados como un la categoría de un activo separado. En la práctica, esta podría volverse la única opción factible si la información estadística sobre los costos de transferencia de propiedad proviene de diferentes fuentes que la información de la formación bruta de capital fijo y si los costos de la transferencia de propiedad no se pueden asignar a diferentes tipos de activos.

### 13.1.3. *Cambios en las vidas útiles*

Existen buenas razones conceptuales y empíricas del por qué las vidas útiles cambian a través del tiempo. En la práctica las estimaciones de las vidas útiles rara vez son actualizadas en la mayoría de los países. La “fijeza” de estas vidas útiles ha sido criticada porque se alega que las vidas útiles tienden a caer a través del tiempo. Dos razones principales se dan para esto:

- Se argumenta que los “ciclos del producto” son cada vez menores. Los gustos de los consumidores en muchos países pueden cambiar más rápido que en el pasado así que los manufactureros son forzados a introducir nuevas versiones y modelos más rápido y traer nuevos productos al mercado más a menudo que antes. Esto podría requerir que los productores rediseñen sus líneas de producción más frecuentemente.
- Se argumenta también que muchos bienes de capital afrontan tasas más altas de obsolescencia que en el pasado. Esto es particularmente el caso con las calculadoras y equipo relacionado y puede también ser verdadero para un creciente rango de activos que incorporan la tecnología del cálculo,

herramientas numéricamente controladas por máquinas, equipo de comunicaciones y sistemas de producción robotizados son ejemplos.

En contra de esto, algunos activos ciertamente se han vuelto más durables. Los vehículos de carretera y los aviones comerciales son dos ejemplos. Además, ha habido un considerable progreso en el año reciente en el desarrollo de los sistemas de producción “flexibles”, los cuales permiten a los manufactureros cambiar rápidamente entre modelos alternativos sin necesidad de rediseñar. Por lo tanto, los ciclos de producción más cortos no necesariamente implican vidas útiles más cortas de los activos.

Ha habido pocos estudios empíricos relevantes sobre la cuestión de los cambios en las vidas útiles. En Alemania, el Ministerio Federal de Finanzas empezó primero publicando Tablas de las vidas útiles para ser usadas con propósitos fiscales en 1957 y ellas han sido actualizadas regularmente desde entonces. El *Statistisches Bundesamt* alemán observa que los oficiales del Ministerio de Finanzas están en contacto regular con las firmas acerca de los cambios en las vidas útiles de los activos. La información obtenida por los oficiales puede ser impresionista más que basada científicamente, pero el *Statistisches Bundesamt* considera que sin embargo, esta está suficientemente bien fundada para detectar la dirección de los cambios en las vidas útiles y el tamaño aproximado de dichos cambios. Schmalwasser y Schidlowski (2006) reportan que las vidas útiles por tipo de producto son revisadas de cada 10 a 15 años. Observe que aunque si las vidas útiles al nivel más detallado de producto permanecen sin cambio, la vida útil promedio para un año puede cambiar si la composición del producto cambia.

La mayoría de los países parece que tienen las vidas útiles de sus activos fijas para sus estimaciones del MIP, pero hay algunas excepciones. En las estimaciones del stock de capital del Reino Unido, las vidas de la mayoría de los activos se supone que han declinado desde la década de los 50 y que las vidas útiles de la mayoría de los activos se reducen un poco más del 1% cada año. El *Statistisches Bundesamt* alemán vidas útiles decrecientes para la vivienda, edificios agrícolas, vehículos de motor y ciertos tipos de equipo industrial. Finlandia supone que las vidas útiles de la maquinaria y equipo estuvieron descendiendo entre el 0.8% y el 1% anual desde 1960 hasta 1989 y alrededor de la mitad de esa tasa desde 1990.

Algunas de estas reducciones en las vidas de los activos se introdujeron no porque los estadísticos creen que las vidas útiles de tipos particulares de activos decrezcan sino que más bien grupos de activos identificados en sus modelos del MIP consideran que contienen crecientes participaciones de activos de vidas más cortas. En particular, los activos que contienen componentes computarizados son generalmente considerados con una vida útil más corta que otros tipos de equipo y ciertamente que la participación de dichos activos en algunos grupos de activos está aumentando en todos los países. Así, aun en la ausencia de información acerca de la vida de los activos de activos *específicos*, es correcto suponer la declinación de las vidas útiles para *grupos* de activos. Claramente, la importancia de este efecto de composición dependerá del grado de detalle en la clasificación de los activos que este siendo usada.

Existen muy pocos ejemplos de vidas útiles crecientes. En Alemania las vidas útiles de los aviones comerciales se supone que han estado entre 5 y 8 años antes de 1976 y de 12 años para aviones comprados desde entonces. En los EUA el equipo de alumbrado y eléctrico tuvo asignada una vida útil de 40 años antes de 1946 y de 45 años para todos los años posteriores. Los aviones comerciales han sido asignados con vidas útiles más largas en los últimos años – de 12 o 16 antes de 1960 y de 15 a 2 desde entonces –. Australia cita la evidencia de registro de matrículas de vehículos con vidas útiles crecientes para los vehículos de carretera y esto podría ser un fenómeno bastante generalizado.

### 13.1.4. Efecto de los errores en la estimación de las vidas útiles

Idealmente, lo que se requiere para la implementación exacta del Método del Inventario Permanente es un conjunto de vidas útiles para grupos de activos estrictamente definidos que sean usados por diferentes sectores y tipos de actividad. Además, este conjunto de vidas útiles debe ser actualizado regularmente para reflejar los cambios cíclicos o de largo plazo durante los periodos que los activos permanecen en el stock. A partir de la revisión de las fuentes de arriba es claro que la información actualmente disponible se queda corta para este ideal. Las estimaciones de las vidas útiles están generalmente disponibles sólo para amplios grupos de activos, existe información limitada disponible para las diferencias en las vidas útiles de grupos de activos entre sectores y tipos de actividad y las vidas útiles son actualizadas en intervalos raros en la mayoría de los países. Esta sección considera cómo los errores en las vidas útiles pueden afectar las tasas de crecimiento de los stocks de capital derivados del MIP.

El efecto de los errores en el promedio de las vidas útiles usado en el MIP puede ser calibrado a través de “estudios de sensibilidad” corriendo el modelo MIP con estimaciones alternativas de las vidas útiles. Los resultados de los estudios de sensibilidad de Canadá y Holanda se describen abajo.

Statistics Canada ha estimado el stock de capital bruto en las manufacturas con su modelo MIP estándar pero usando vidas útiles que aumentaron de 0.5T a 1.5T, con la T de vida útil promedio usada actualmente en Canadá. Las pruebas fueron corridas para el periodo 1950 a 1998. Predeciblemente, el cambiar las vidas útiles cambia el nivel del stock de capital en la misma dirección. Usando las vidas más cortas (0.5T) redujo el nivel de los stocks hasta por el 50% y usando las vidas más largas (1.5T) incrementó el nivel hasta por un 40%. Con cambios menos extremos – 0.9T y 1.1T – el tamaño del stock de capital se redujo alrededor del 8% y aumentó alrededor del 7%. Suponiendo que las vidas útiles usadas para las estimaciones del MIP no están usualmente equivocadas por más del 10%, el estudio canadiense sugiere por lo tanto, que los niveles de stock podrían tener márgenes de error de +/- 8%.

Estudios analíticos a menudo se enfocan sobre las tasas de crecimiento más que en los niveles del stock. En general, el efecto de cambiar las vidas útiles tiene un efecto impredecible sobre las tasas de crecimiento porque las vidas útiles actúan como ponderaciones. Una revisión a la alza para la vida útil de un activo en particular incrementa la participación de ese activo en el stock total. Una revisión a la alza para un componente con crecimiento más rápido (o más lento) del stock aumentará (disminuirá) la tasa de crecimiento del stock de capital como un todo<sup>27</sup>. En el estudio canadiense, la reducción de las vidas útiles generalmente incrementó las tasas de crecimiento del stock de capital durante el periodo 1950 a 1970 pero las hizo decrecer desde 1971 a 1998.

El estudio llevado a cabo por *Statistics Netherlands* se enfocó en los stocks de maquinaria en la industria química y cubrió el periodo de 1978 a 1995. Cinco diferentes vidas útiles fueron usadas – 10, 15, 20 y 25 años – (la vida útil promedio usada actualmente es de 19 años). Mientras que el estudio canadiense trata

<sup>27</sup> Para una clase relativamente homogénea de activos la cual se deprecia geoméricamente a la tasa  $g$ , entonces la inversión en el periodo 0 es  $I^0$ , el periodo final 0 del stock de capital  $K^0$  será  $I^0\{1+[(1-\delta)/(1+g)]+ [(1-\delta)/(1+g)]^2+\dots\}=I^0[1+g]/[g+\delta]$ . Similarmente, el final del periodo 1 del stock de capital será  $I^0(1+g)^2/[g+\delta]$ . Así, la tasa de crecimiento del stock de capital que va del periodo 0 al periodo 1 es  $K^1/K^0=(1+g)$  que es independiente de la tasa geométrica de la depreciación. Así, para un activo relativamente homogéneo que tiene una tasa de depreciación geométrica y donde la inversión ha seguido una tasa constante de crecimiento, los cambios en la tasa de depreciación no deben afectar grandemente la tasa de crecimiento del stock de capital correspondiente. La misma conclusión no necesariamente se mantiene cuando los activos son heterogéneos porque las tasas de depreciación afectan las ponderaciones de agregación. Esto fue puntualizado en un comentario de Erwin Diewert.

sólo con estimaciones del stock de capital bruto, el estudio holandés observó los efectos en ambos los stocks brutos y netos y sobre el consumo del capital fijo.

El nivel del stock bruto cambia nuevamente en la misma dirección como los cambios en las vidas útiles. Sin embargo, la depreciación generalmente cambió en la dirección opuesta; esto es, el incremento en la vida útil redujo el monto de la depreciación. Esto sucedió porque, entre más largas las vidas útiles, cada activo es amortizado a través de un periodo más largo y esto sobrepasa el incremento debido al hecho de que las vidas útiles más largas significan que hay más activos en el stock. Sin embargo, en algunos años, el incremento en el número de activos en el stock debido al uso de vidas útiles más largas sobrepasó la reducción en los montos de consumo de capital fijo cargado a cada activo y el total del consumo de capital fijo aumentó con las vidas útiles más largas.

El stock de capital neto es obtenido por deducción del consumo acumulado del capital fijo del stock bruto. Ya que las vidas útiles largas siempre aumentarán el stock de capital bruto y usualmente decrecerá el consumo de capital fijo, el stock de capital neto tenderá a crecer cuando se usen vidas útiles más largas. Además, el incremento en el stock de capital neto conforme se alarguen las vidas útiles será relativamente mayor que en el caso del stock de capital bruto. Una conclusión similar se aplica a los efectos del cambio en las vidas útiles respecto al stock productivo.

Una conclusión final del estudio de Holanda es que las tasas de crecimiento de los stocks bruto y neto y del consumo de capital fijo se vuelve menos volátil conforme se alarguen las vidas útiles. Con vidas útiles más largas cualquier abultamiento en los flujos de inversión dentro y fuera del stock tiende a ser atenuado por el mayor tamaño del stock.

### 13.2. Patrones de retiro

Esta sección trata de los supuestos hechos acerca de la distribución de los retiros alrededor de la vida útil promedio. Los “retiros” y los “descartes” se usan aquí intercambiabilmente para significar la remoción de un activo del stock de capital, cuando el activo sea exportado, vendido como chatarra, desmantelado, derribado o simplemente abandonado. Como se usan aquí los retiros y los descartes se distinguen de las “disposiciones” las cuales incluyen también las ventas de activos como bienes de segunda mano para continuar su uso en la producción.

**Salida simultánea.** La función de retiro de salida simultánea supone que todos los activos son retirados del stock de capital en el momento en que ellos alcanzan la vida útil promedio para el tipo de activo concerniente. Por lo tanto, la función de sobrevivencia muestra que todos los activos de un tipo dado y cohorte (p.e., el año de instalación) permanecen en el stock hasta la fecha T, en cuyo punto todos ellos son retirados juntos. Este patrón de retiro es denominado a veces como “salida súbita” pero este término es ambiguo. Cualquiera que sea el patrón de mortalidad que sea usado, los activos individuales son siempre retirados repentinamente, la característica distintiva de esta función es que todos los activos de un tipo y año dado son retirados *simultáneamente*.

Sin embargo, no es plausible suponer que todos los activos de un año dado vayan a ser retirados todos del stock en el preciso momento cuando ellos alcancen su vida útil promedio para ese tipo de activos. Algunos activos serán descartados antes de que ellos alcancen su vida útil promedio porque ellos ya estén sobrees trabajados, pobremente mantenidos o víctimas de accidentes, mientras que otros continuarán

proporcionando buen servicio por varios años más allá de su vida útil esperada. La salida simultánea tiene que ser considerada como un patrón de retiro inapropiado<sup>28</sup>.

**Lineal.** Con el patrón lineal de retiro, se supone que los activos se descartan a la misma tasa cada año desde el tiempo de su instalación hasta el doble del promedio de la vida útil. La función de mortalidad es un rectángulo cuya altura – la tasa de retiro – es igual a  $1/2T$  donde  $T$  es la vida útil promedio. La función de sobrevivencia muestra que los activos sobrevivientes son reducidos por un monto constante cada año, igual a  $50/T\%$  del grupo original de activos.

Es igualmente implausible suponer que una proporción constante de activos de un año dado sean descartados cada año empezando por el primer año en que ellos son instalados. Los activos son por definición se espera que permanezcan en uso por muchos años y los descartes anuales en los años inmediatamente posteriores a su instalación es probable que sean raros para la mayoría de los activos. Por lo tanto, el retiro lineal falla también la prueba de la plausibilidad.

**Lineal retrasado.** Un patrón lineal de retiro supone que los retiros empiezan inmediatamente después de la instalación de los activos, este es un supuesto generalmente considerado irreal. Un patrón de retiro lineal retrasado tiene un supuesto más realista de que los retiros ocurren durante un periodo más corto que  $2T$ . Los retiros empiezan después y terminan antes que en el caso lineal simple. Suponga por ejemplo, que se asume que los activos son retirados durante un periodo del 80% al 120% de su vida útil. La tasa de retiro en la función de mortalidad es entonces igual a  $1/T$  ( $1.2-0.8$ ) o  $250/T\%$  anual durante el periodo cuando se supone que ocurren los retiros.

El patrón lineal retrasado supone que una vez que los retiros empiezan, partes iguales son descartadas hasta que ha desaparecido el total y esto es probablemente menos plausible que el supuesto de la acumulación de descartes en los años iniciales y un retraso gradual en los últimos años, que está implícita en la distribución en forma de campana.

**Forma de campana.** Con un patrón de mortalidad en forma de campana, los retiros empiezan gradualmente algún tiempo después del año de instalación, se acumulan hasta un pico alrededor de la vida útil y después disminuyen de manera gradual similar algunos años después del promedio. Varias funciones matemáticas están disponibles para producir patrones de retiro en forma de campana y la mayoría proporciona considerable flexibilidad con respecto a asimetría o sesgo, apuntamiento (o *curtosis*). Ellas incluyen las funciones gama, cuadrática, Weibull, Winfrey y log-normal. Las últimas tres son probablemente las más usadas en los modelos MIP y se describen aquí.

**Distribución de Winfrey.** Las curvas de Winfrey llevan el nombre de Robley Winfrey, un ingeniero de investigación quien trabajó en la Iowa Engineering Experimentation Station durante los años 30. Winfrey captó información sobre las fechas de instalación y retiro de 176 grupos de activos industriales y calculó 16 “tipos” de curvas que dieron buenas aproximaciones a sus patrones de retiro observados (ver Caja 8). Las 18 curvas de Winfrey dan un rango de opciones para el sesgo y la curtosis. Ellas son usadas en los modelos MIP por varios países.

---

<sup>28</sup> En la sección 6 de este documento, Diewert y Wykoff (2006) hacen la propuesta de cómo una encuesta de descarte/eliminación de activos podría ser usada para estimar las tasas de depreciación sin hacer explícitos los ajustes tales como en Hulten y Wykoff (1981a, 1981b) para tomar en cuenta el hecho de que no todos los activos son retirados al mismo tiempo. Sin embargo, el método de Diewert/Wykoff no ha sido probado todavía.

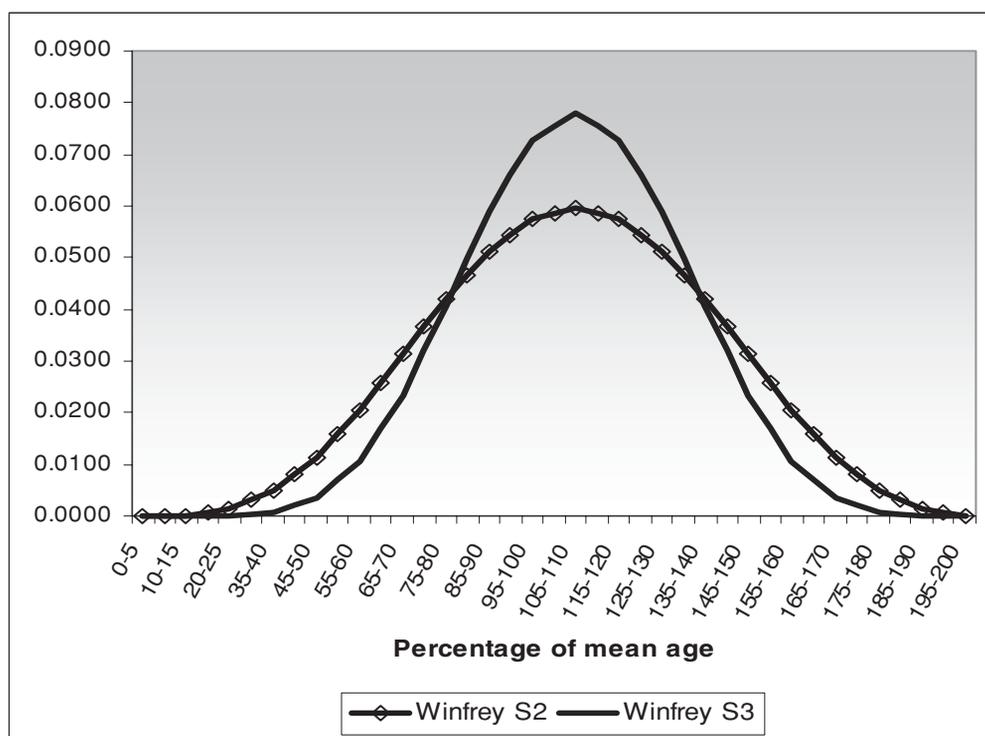
El grupo de curvas simétricas de Winfrey se expresan como:

$$(15) \quad F_T = F_0 \left( 1 - \frac{T^2}{a^2} \right)^m$$

En (15),  $F_T$  es la probabilidad marginal de retiro de un activo de la edad  $T$ , donde la edad ha sido expresada como una participación de la vida útil promedio. Así,  $T$  varía de cero hasta infinito y  $F_T$  es la mayor al promedio de la vida útil. En Winfrey (1935),  $T$  es expresada en unidades igual al 10% de la vida útil promedio, y los parámetros  $a$  y  $m$  proporcionados por Winfrey son consistentes con la variable edad expresada en deciles,  $F_0$  da forma a la moda de la distribución, p.e., la probabilidad máxima de retiro (en la vida útil promedio). Dos curvas de Winfrey ampliamente usadas son las curvas simétricas S2 y S3 con los parámetros ( $F_0=11.911$ ;  $a=10$ ;  $m=3.70$ ) para S2 y ( $F_0=15.610$ ;  $a=10$ ;  $m=6.902$ ) para S3.

La Tabla 14 muestra como las probabilidades marginales se computan para dos funciones de retiro simétricas de Winfrey. La primera columna representa intervalos de 10 porcentajes de la vida útil promedio, seguidos por la probabilidad de retiro durante este intervalo de edad. Por ejemplo, la probabilidad para que un activo se retire mientras este entre el 20 y 30 por ciento de la vida útil promedio es del 0.27% bajo la distribución S2 de Winfrey, como se muestra en la segunda columna y del 0.01 % bajo la distribución S3 de Winfrey como se muestra en la tercera columna. Estos valores se obtienen por la inserción de la variable edad  $T=20$  en la fórmula de Winfrey con los parámetros mostrados arriba. Para obtener una medición más refinada, digamos para intervalos del 5 por ciento, los quintiles se muestran en la cuarta columna de la Tabla 14. Las probabilidades marginales en la quinta y sexta columnas se obtienen linealmente interpolando entre las probabilidades derivadas de los deciles. El resultado se muestra gráficamente en la Figura 8.

Figura 13.1 Dos distribuciones simétricas de Winfrey



**Caja 9. Funciones de mortalidad de Winfrey**

Durante las décadas de 1920 y 1930, Robley Winfrey ensambló información sobre los retiros de 176 tipos de activos. Los datos fueron “acumulados a partir de muchas fuentes, representando las siguientes industrias: gas, luz y electricidad, ferrocarriles, teléfonos, telégrafos, suministro de agua, implementos agrícolas, vehículos de motor y pavimentación de calles” (Statistical Analysis of Industrial Property Retirements, Robley Winfrey, page 59). Sus fuentes de datos incluyeron muchas compañías mayores de la época – la *American Telephone and Telegraph Company*, la *Atchison, Topeka la Santa Fe Railway* y la *Pacific Gas and Electric Company*. Él uso también información del *Chicago Water Works System* y de otras empresas municipales, él examinó el registro de matrículas de Iowa State cubriendo un amplio rango de “camiones de motor” y “carros de motor” – los últimos incluyeron más de 6,000 Ford Modelo-T y 5,000 carros de otra marcas.

Su interés fue en las maneras en que un grupo de activos – p.e. Tablas de madera cruzadas tratadas con creosota (durmientes de ferrocarril), carros de motor, calentadores de agua y pavimento asfáltico – que habían sido instalados o construidos en un año dado fueron retiradas sobre el total de su vida útil. Winfrey graficó las 176 funciones individuales de mortalidad mostrando cuando cada miembro de cada “cohorte” (grupo de activos instalados en un año dado) fue retirado del stock de capital y concluyó que ellos podían ser agrupados en 18 “tipos” de curvas pero ligeramente más activos fueron asignados al grupo modal izquierdo – p.e. la moda a la izquierda de media. Poco más de la mitad de ellos tuvo funciones de mortalidad bastante máximas (números del 3 al 6) indicando que la mayoría de los retiros suceden dentro de un corto espacio entre uno y otro.

Tabla 13.1 Cálculo de dos funciones de retiro de Winfrey

Porcentaje de vida útil promedio	Probabilidad marginal de retiro durante el decil		Porcentaje de vida útil promedio	Probabilidad marginal de retiro durante el quintil	
	Winfrey S2	Winfrey S3		Quintiles	Winfrey S2
0-10	0.0000	0.0000	0-5	0.0000	0.0000
			5-10	0.0001	0.0000
10-20	0.0003	0.0000	10-15	0.0001	0.0000
			15-20	0.0007	0.0000
20-30	0.0027	0.0001	20-25	0.0014	0.0001
			25-30	0.0031	0.0004
30-40	0.0099	0.0015	35-40	0.0049	0.0007
			40-45	0.0082	0.0022
40-50	0.0228	0.0072	45-50	0.0114	0.0036
			50-55	0.0160	0.0072
50-60	0.0411	0.0214	55-60	0.0205	0.0107
			60-65	0.0259	0.0171
60-70	0.0625	0.0469	65-70	0.0312	0.0234
			70-75	0.0366	0.0321
70-80	0.0840	0.0814	75-80	0.0420	0.0407
			80-85	0.0466	0.0498
80-90	0.1024	0.1178	85-90	0.0512	0.0589
			90-95	0.0543	0.0659
90-100	0.1148	0.1456	95-100	0.0574	0.0728
			100-105	0.0585	0.0754
100-110	0.1191	0.1561	105-110	0.0596	0.0781
			110-115	0.0585	0.0754
110-120	0.1148	0.1456	115-120	0.0574	0.0728
			120-125	0.0543	0.0659
120-130	0.1024	0.1178	125-130	0.0512	0.0589
			130-135	0.0466	0.0498
130-140	0.0840	0.0814	135-140	0.0420	0.0407
			140-145	0.0366	0.0321
140-150	0.0625	0.0469	145-150	0.0312	0.0234
			150-155	0.0259	0.0171
150-160	0.0411	0.0214	155-160	0.0205	0.0107
			160-165	0.0160	0.0072
160-170	0.0228	0.0072	165-170	0.0114	0.0036
			170-175	0.0082	0.0022
170-180	0.0099	0.0015	175-180	0.0049	0.0007
			180-185	0.0031	0.0004
180-190	0.0027	0.0001	185-190	0.0014	0.0001
			190-195	0.0007	0.0000
190-200	0.0003	0.0000	195-200	0.0001	0.0000

**La distribución de Weibull.** La función de Weibull ha sido ampliamente usada en los estudios de mortalidad en las poblaciones naturales. Es una función flexible que puede adoptar formas similares a aquellas diseñadas por Winfrey. Esta fue derivada por el matemático sueco Walled Weibull en 1952 y es usada por muchos países para las estimaciones del MIP. La función de frecuencia de Weibull se escribe como:

$$(16) \quad F_T = \alpha \lambda (\lambda T)^{\alpha-1} e^{-(\lambda T)^\alpha}$$

T es nuevamente la edad del activo,  $\alpha > 0$  es la forma del parámetro y  $\lambda > 0$  es la escala del parámetro de la distribución. Statistics Netherlands ha usado datos de las encuestas de los descartes para estimar los patrones de descarte de Weibull para un amplio rango de activos. La tabla de abajo muestra los valores de  $\lambda$  y  $\alpha$  para Holanda.  $\alpha$  puede ser interpretada como una medida de los cambios en el riesgo de un activo para que sea descartado:  $0 < \alpha < 1$  indica que el riesgo de descarte decrece a través del tiempo;  $\alpha = 1$  indica que el riesgo de descarte permanece constante a través de la vida útil del activo;  $1 < \alpha < 2$  indica que el riesgo de descarte aumenta con la edad pero a una tasa decreciente,  $\alpha = 2$  indica un riesgo de descarte creciente linealmente, y  $\alpha > 2$  indica un riesgo creciente progresivo de descarte.

**Tabla 13.2 Parámetros de la distribución de Weibull para Holanda**

Activo	Rango de parámetros de la distribución de Weibull	
	$\lambda$	$\alpha$
Edificios	0.021-0.050	0.970-2.210
Carros de pasajeros y otro equipo de transporte de carretera	0.134-0.251	1.130-2.120
Calculadoras	0.066-0.286	1.140-2.840
Maquinaria y equipo	0.020-0.074	1.270-2.500
Otros activos fijos tangibles	0.028-0.108	0.980-2.630

Fuente: Buró Central de Estadísticas, Holanda.

**Distribución gama.** La distribución gama es usada por algunos institutos de estadística, por ejemplo el *Statistisches Bundesamt* alemán porque esta distribución tiene soporte empírico de los patrones observados de las matrículas de los carros. Es medida como:

$$(17) \quad F_T = a^p \Gamma(p)^{-1} T^{p-1} e^{-aT}$$

Los parámetros  $a$  y  $p$  determinan la forma de la función de retiro. En Alemania, para la mayoría de los bienes, ellos son fijados igual a 9 el cual se aproxima mejor al patrón empírico de retiro de carros.

**Distribución normal y lognormal.** La distribución normal es ampliamente usada en muchas ramas de las estadísticas. La distribución normal de frecuencia es simétrica y tiene la útil propiedad de que 95% de las probabilidades queden dentro de dos desviaciones estándar alrededor de la media. La distribución lognormal es una distribución cuyo logaritmo está normalmente distribuido y es ampliamente usada como una distribución de la mortalidad para el MIP. La distribución lognormal es sesgada hacia la derecha y da probabilidad cero de descarte en el primer año de la vida de un activo. Sin embargo, la hilera de la derecha de la distribución, se acerca pero nunca alcanza cero y tiene que ser arbitrariamente fijada a cero cuando las probabilidades se vuelven pequeñas.

La distribución lognormal de frecuencia es:

$$(18) \quad F_T = \frac{1}{T\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln T - \mu)^2 / 2\sigma^2}$$

$T$  es la edad del activo,  $\sigma$  es la desviación estándar de la función log-normal y  $\mu$  es su media.  $\sigma$  es calculada como  $\sigma = \sqrt{\ln(1 + (m/s)^2)}$  y  $\mu$  es calculada como  $\mu = \ln(m) - 0.5\sigma^2$  donde  $m$  y  $s$  son la media y la desviación estándar de la distribución normal subyacente. La distribución de frecuencia log-normal ha sido usada en la medición del stock de capital en la Unión Europea. Con  $m$  como la vida útil promedio estimada, la desviación estándar  $s$  se fija entre  $m/2$  y  $m/4$  para dar distribuciones más y menos máximas de los retiros.

Ambos patrones de mortalidad de Weibull y log-normal tienen algún soporte empírico. Statistics Netherlands y el INSEE francés, respectivamente, han mostrado que ellos pueden replicar satisfactoriamente los patrones de descarte.

### 13.3. Integración de los patrones de retiro con los perfiles edad-eficiencia y edad-precio

Las funciones de retiro o sobrevivencia como se describieron en la sección precedente capturan la idea de que los activos individuales en una cohorte se retiran a diferentes edades. Existen varias opciones para

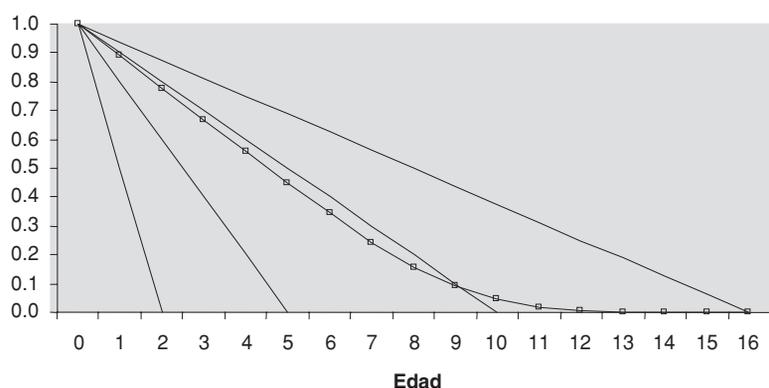
combinar los patrones de retiro con los perfiles de edad-eficiencia o con los perfiles de edad-precio de un solo activo. Nosotros conduciremos la descripción en términos de cohortes de edad-eficiencia. El método se lleva a cabo directamente sobre los patrones edad-precio. Ya sea que uno empiece con la integración de los patrones de retiro y los perfiles edad-eficiencia y derive los perfiles edad-precio o viceversa este no es un punto trivial porque los resultados generalmente no son idénticos como se muestra en el Anexo 4.

Con este caveat en mente, la primera posibilidad de integrar los patrones edad-eficiencia y de retiro consiste en definir un patrón edad-eficiencia por separado para cada vida útil en la distribución de retiro. Por lo tanto, una cohorte de activos consiste de toda una familia de perfiles edad-eficiencia que son distinguidos por las diferencias en sus vidas útiles esperadas como es sugerido por ejemplo, por Hulten (1990):

*“Por lo tanto, hemos tomado la fecha de retiro  $T$  para que sea la misma para todos los activos de una cohorte dada (todos los activos puestos en un lugar en un año dado). Sin embargo, no hay razón para que esto sea cierto, y la teoría es rápidamente extendida para permitir las diferentes fechas de retiro. Una cohorte dada puede ser desagregada en componentes, o sub-cohortes, de acuerdo con la fecha de retiro y es asignada una  $T$  separada a cada una. Cada sub-cohorte puede entonces ser caracterizada por su propia secuencia de eficiencia, que depende entre otras cosas sobre la vida útil de la sub-cohorte  $T_i$ “ (Hulten 1990, p. 125).*

El perfil edad-eficiencia promedio para la cohorte (o equivalente, perfil combinado edad-eficiencia/retiro) es obtenido entonces como un promedio ponderado de la eficiencia de cada perfil para una edad en particular, con la probabilidad de sobrevivencia como ponderación. Esto se muestra gráficamente en la Figura 9. La figura 9 muestra cuatro perfiles lineales edad-eficiencia, con vidas útiles de 2, 5, 10 y 16 años. La figura muestra también el perfil edad-eficiencia/retiro para la cohorte como un todo, derivada como una probabilidad ponderada promedio de los valores edad-eficiencia para cada perfil y cada punto en la vida útil.

**Figura 13.2 Perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte**



Algebraicamente, el procedimiento trasladado se traduce como sigue: sea  $0 \leq \{g_0, g_1, \dots, g_T\} \leq 1$  la función edad-eficiencia de un solo activo con una vida útil  $T$ , y sea la función combinada edad-eficiencia/retiro  $0 \leq \{h_0, h_1, \dots, h_{T_{MAX}}\} \leq 1$  para la cohorte como un todo:

$$(19) \quad h_n = \sum_{T=n}^{T_{MAX}} g_n(T) F_T \quad ; n = 0, 1, \dots, T_{MAX}$$

En la ecuación (19),  $T_{MAX}$  es el máximo de la vida útil considerado en la cohorte.  $F_T$ , en línea con la notación en la sección previa, representa la probabilidad marginal de la edad de retiro  $T$  (o el intervalo de la edad  $T$ ). Mediante un ejemplo numérico, se muestra el procedimiento en la Tabla 16. La primera columna en la tabla muestra la probabilidad marginal de retiro después de  $T$  años, basada en una función normal de retiro. La probabilidad más alta de retiro en la cohorte es en la edad de 9 años y la distribución ha sido cortada en  $T_{MAX} = 17$ . La primera línea de la tabla muestra un simple perfil edad-eficiencia lineal para un solo activo definido – por medio del ejemplo – para  $T_{MAX}$ . La segunda línea da  $h_n$ , el resultado del cálculo. Cada  $h_n$  es la suma de la columna de abajo y cada elemento en la columna es el valor de una probabilidad ponderada edad-eficiencia para la edad  $n$  de una familia de funciones edad-eficiencia en la cohorte. Por ejemplo, el quinto elemento en la columna  $h_1$  es obtenido por la multiplicación de dos elementos: (i) la edad-eficiencia de un activo de un año de edad con una vida útil esperada de 5 años  $g_1(5) = 1 - 1/5 = 4/5$  por (ii) la probabilidad de la edad de retiro 5 años = 1.65%. La multiplicación da  $4 * 0.0165 / 5 = 0.013$ .

**Tabla 13.3 Función integrada edad-eficiencia/retiro**

$g_n \rightarrow$	0.938	0.875	0.813	0.750	0.688	0.625	0.563	0.500	0.438	0.375	0.313	0.250	0.188	0.125	0.063	0.000
Probabilidad marginal $h_n \rightarrow$	0.889	0.778	0.667	0.557	0.448	0.342	0.243	0.158	0.091	0.046	0.020	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000
$n \rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$T$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.0000	0.000															
0.0002	0.000	0.000														
0.0011	0.001	0.000	0.000													
0.0049	0.004	0.002	0.001	0.000												
0.0165	0.013	0.010	0.007	0.003	0.000											
0.0441	0.037	0.029	0.022	0.015	0.007	0.000										
0.0918	0.079	0.066	0.052	0.039	0.026	0.013	0.000									
0.1499	0.131	0.112	0.094	0.075	0.056	0.037	0.019	0.000								
0.1915	0.170	0.149	0.128	0.106	0.085	0.064	0.043	0.021	0.000							
0.1915	0.172	0.153	0.134	0.115	0.096	0.077	0.057	0.038	0.019	0.000						
0.1499	0.136	0.123	0.109	0.095	0.082	0.068	0.055	0.041	0.027	0.014	0.000					
0.0918	0.084	0.077	0.069	0.061	0.054	0.046	0.038	0.031	0.023	0.015	0.008	0.000				
0.0441	0.041	0.037	0.034	0.031	0.027	0.024	0.020	0.017	0.014	0.010	0.007	0.003	0.000			
0.0165	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.002	0.001	0.000		
0.0049	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	
0.0011	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.0002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

El procedimiento descrito arriba implica, por ejemplo, que después de dos años, un activo con una vida útil de cinco años exhibe una eficiencia diferente que un activo con una vida útil de ocho años. Esto es reflejado por las diferentes formas de las funciones edad-eficiencia por activo específico en la Figura 9. Una forma alternativa de combinar las funciones de edad-eficiencia y de retiro es suponer que hasta que un activo se retira, este exhibe la misma edad-eficiencia. Bajo este supuesto, el patrón combinado edad-eficiencia/retiro estaría dado por la expresión en la ecuación (20). El término entre paréntesis es la probabilidad acumulada de sobrevivencia después de  $n$  periodos. Así, la función edad-eficiencia  $g_n$  definida sobre el máximo de la vida útil es escrito debajo de la probabilidad de sobrevivencia.

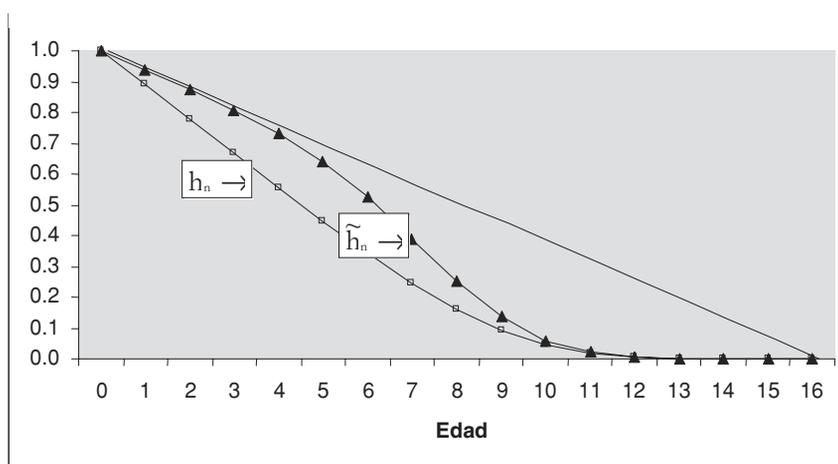
$$(20) \quad \tilde{h}_n = g_n (1 - \sum_{T=0}^n F_n) \quad ; n = 0, 1, \dots, T_{MAX}$$

Este método ha sido usado, por ejemplo, por la OCDE para las estimaciones de sus servicios de capital (Schreyer et al. 2003). Su ventaja principal es la simpleza de implementación. Los institutos de estadística, por ejemplo, el Australian Bureau of Statistics, han optado por el primer método, como se describe en la

ecuación (19). La Figura 10 compara los perfiles resultantes. Sin embargo, cualquiera que sea la elección, es claro que las funciones lineales edad-eficiencia para un solo activo no se traducen funciones lineales edad-eficiencia para la cohorte como un todo. La función combinada edad-eficiencia/retiro siempre exhibe una forma más o menos convexa.

Cuando la implementación de las mediciones del capital empieza desde los perfiles de la edad-precio o de la depreciación, exactamente se puede aplicar el mismo procedimiento: funciones edad-precio para un solo activo se combinan con las funciones de retiro para obtener una función edad-precio para la cohorte como un todo (el cual es usado entonces para derivar los perfiles edad-eficiencia consistentes). Mediante el mismo argumento como el de arriba, la función edad-precio para una cohorte será mejor descrita por una forma convexa, y un simple patrón geométrico de depreciación pueden ser una elección muy razonable, porque esta tiende a ser soportada empíricamente y porque esta facilita inmensamente la implementación.

**Figura 13.3 Perfil edad-eficiencia/retiro para una cohorte – métodos alternativos**



## CAPITULO 14. FORMACIÓN CAPITAL FIJO BRUTO

Cualquiera que sea la manera específica de implementar las mediciones de los servicios de capital y los stocks de capital, uno de los ingredientes clave son los datos de la inversión. Los datos de la inversión deben de ser desagregados por tipo de activo y por actividad económica. El nivel de desagregación debe ser tan detallado como los datos lo permitan y distinguir en particular aquellos bienes de capital cuyos precios de compra siguen diferentes tendencias. De manera similar, la desagregación de la industria es importante si se cree que la composición varía grandemente entre las industrias y/o diferentes industrias afrontan diferentes tasas de depreciación, las tasas de retorno requeridas y los precios de compra de los bienes de capital.

Los datos de las series de tiempo de la formación bruta de capital fijo, FBCF (GFCF, por sus siglas en inglés) a precios corrientes son deflactados con el índice de precios de la inversión apropiado. El índice de precios de la inversión debe ser un índice de precios de calidad constante. Mediante su aplicación a las series de inversión a precios históricos, ellos se convierten en una secuencia comparable de estimaciones de volumen de la inversión, expresadas aproximadamente en unidades de eficiencia del año en el cual el índice de precios está referenciado. Típicamente, estas son unidades de eficiencia del último año. Esto es importante porque esto implica que los volúmenes de inversión pasada (inicialmente expresados en unidades físicas del año respectivo) han sido convertidos ahora en unidades del último año. Una mejora en la calidad en la clase de activos es tratada por lo tanto como un incremento en las medidas de volumen de la inversión.

La FBCF es definida como la adquisición, menos las ventas, de los activos fijos menos las principales mejoras a, y los costos de transferencia sobre, la tierra y otros activos no producidos. Los activos adquiridos pueden ser nuevos o ellos pueden ser activos usados que son intercambiados en los mercados de segunda mano. Los activos vendidos pueden ser vendidos para uso continuo por otra unidad económica, pueden ser simplemente abandonados por el propietario o pueden ser vendidos como desecho y desmantelados en componentes reutilizables, materiales recuperables, o productos de desperdicio.

Un aspecto importante de la formación de capital se refiere a las mejoras a los activos existentes, en particular las concernientes a las viviendas y la tierra:

*“La formación bruta de capital fijo puede tomar la forma de mejoras a los activos fijos existentes, tales como, edificios o programas de cálculo que incrementan su capacidad productiva, extienden su vida útil, o ambos. Por definición dicha formación de capital fijo no conduce a la creación de nuevos activos que puedan ser identificados y valuados por separado, sino a un incremento en el valor del activo que ha sido mejorado. Un tratamiento diferente es aplicado a las mejoras a la tierra en su estado natural. En este caso las mejoras son tratadas como la creación de un nuevo activo fijo y no se consideran que den lugar a un incremento en el valor del recurso natural. Si la tierra, una vez mejorada, mejorada más, entonces el tratamiento normal a las mejoras de los activos fijos existentes se aplica. La distinción entre que mantenimiento ordinario y reparaciones constituyen consumo intermedio y cuales son tratadas como formación de capital no es clara.”* (Revisión del SCN, capítulo 10).

Los activos adquiridos (o las mejoras llevadas a cabo) son valoradas a precios de comprador que incluyen todos los cargos de transporte e instalación así como todos los costos incurridos en la transferencia de propiedad en la forma de cuotas pagadas a topógrafos, ingenieros, arquitectos, etc. y cualquier impuesto pagadero sobre la transferencia. Generalmente, las cuentas nacionales tratan los costos de transferencia de propiedad de los activos como FBCF. La razón de esto es que los costos de transferencia de la propiedad constituyen un elemento del costo que los compradores de activos toman en cuenta en la toma de decisión de su inversión. Puesto de manera diferente, el valor de un activo para su propietario tiene que reflejar estos costos.

Además, en línea con la práctica de los institutos de estadística, los flujos de inversión son considerados como distribuidos uniformemente a través de los periodos contables. En el modelo presentado en la Parte III del *Manual*, esta idea es capturada por el supuesto de que la inversión se lleva a cabo a la mitad del periodo.

## CAPITULO 15. CÁLCULO DE LOS STOCKS DE CAPITAL NETO, BRUTO, PRODUCTIVO Y DE LA DEPRECIACIÓN

En este punto, los siguientes elementos deben estar disponibles: los perfiles edad-precio y edad-eficiencia para las cohortes de tipos particulares de activos; un perfil de la depreciación que constituye una transformación directa del perfil edad-precio y las series de tiempo para la formación bruta de capital fijo a precios constantes así como también los correspondientes deflatores. Con estos elementos a mano, el cálculo del stock neto, el valor de la depreciación, el stock de capital productivo y bruto es relativamente directo. Sin embargo, existe un problema práctico que hasta ahora hemos olvidado – la periodicidad de los cálculos –. En la mayoría de las descripciones de arriba, se hizo alusión a “un periodo” o “un año” señalando que la periodicidad anual ha sido la guía implícita para la presentación. Y la frecuencia anual es ciertamente la periodicidad típica para las mediciones del stock de capital en los institutos de estadística nacionales. Pero desde luego, existen las cuentas nacionales trimestrales que se han vuelto cada vez más importantes en años recientes. Inclusive si los balances de la economía son compilados anualmente, las medidas de flujo tales como la depreciación deben tener su lugar en las cuentas trimestrales y su cálculo depende sobre las mediciones del stock de capital. Además, un aspecto central de la medición de los servicios de capital es la posibilidad de una desagregación completa por el lado del ingreso de las cuentas nacionales en mediciones de precio y volumen e implementar tal división precio-volumen a un ritmo trimestral debería ser cuando menos un objetivo a mediano plazo. En principio, esto es posible y debe ser suficiente presentar un modelo trimestral para los cálculos, junto con las fórmulas relevantes para los datos anuales derivados de las variables trimestrales. Sin embargo, para muchos países, esto podría ser una forma irreal de avance, dada la falta de disponibilidad de datos. Por esto en este *Manual* no nos aventuraremos en la presentación de las mediciones trimestrales y sólo una corta referencia se hará abajo para los cálculos sub-anuales. De todas maneras, se presupone que un periodo corresponde a un año.

### *15.1. Frecuencia anual*

En el contexto de los datos anuales, es importante que las formulas para el cálculo de las diferentes variables reflejan ciertas convenciones de las cuentas nacionales. Por ejemplo, el último año de inversión que entra en el stock neto a principio del año  $t$ , es la inversión que tuvo lugar durante el periodo  $t-1$ , y la cual será en promedio a la mitad del año por el inicio del año  $t$ . Así, la tasa de la depreciación o la tasa edad-precio se aplica para un activo de medio año de edad. También todas las variables se relacionan a cohortes, más que a los activos individuales. Para mayores detalles concernientes a la derivación de las formula individual, el lector es referido al Capítulo 19 de esta *Manual*. Por conveniencia, re-escribimos a continuación la definición de las variables usadas.

### *15.2. Depreciación (consumo de capital fijo)*

- Perfil edad-precio definido sobre el precio de los activos de diferente edad  $n$ :

$$\Psi_n = P_n^{tB}/P_0^{tB} = P_n^{tE}/P_0^{tE} \quad n=0.5; 1.5; 2.5;$$

- Perfil de la depreciación  $\{\delta_n\}$  derivado del perfil edad-precio  $\{\psi_n\}$ :

$$\delta_n = 1 - P_{n+1}^{tB}/P_n^{tB} = 1 - \psi_{n+1}/\psi_n \quad n=0.5; 1.5; 2.5;$$

- Perfil edad-precio derivado del perfil de la depreciación:

$$\Psi_n = (1 - \delta_{n-1})(1 - \delta_{n-2}) \dots (1 - \delta_0/2); \quad n=1.5; 2.5; \dots$$

$$\psi_{0.5} = 1 - \delta_0/2.$$

- Valor de la depreciación a precios corrientes promedio del periodo t:

$$\text{Perfil general } D^t = P_0^t [(1 - \psi_{0.5}) I^t + (\psi_{0.5} - \psi_{1.5}) I^{t-1} + (\psi_{1.5} - \psi_{2.5}) I^{t-2} + \dots]$$

$$\text{Perfil geométrico: } D^t(\text{geométrico}) = P_0^t \delta [I^t/2 + W^{tB}(\text{geométrico})]$$

- Índice de precios de la depreciación:  $P_0^t/P_0^{t_0}$  donde  $t_0$  es una base o año de referencia

### 15.3. Stocks de capital neto

- Stock de capital neto al inicio del periodo t, expresado en precios de una año de referencia,  $W^{tB}$ :

$$\text{Perfil general: } W^{tB} = \psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \psi_{2.5} I^{t-3} + \dots$$

$$\text{Perfil geométrico: } W^{tB}(\text{geométrico}) = (1 - \delta/2) [I^{t-1} + (1 - \delta) I^{t-2} + (1 - \delta)^2 I^{t-3} + \dots]$$

- Relación flujo-stock para el perfil geométrico:

$$W^{tE}(\text{geométrico}) = W^{tB}(\text{geométrico}) + I^t - \delta [I^t/2 + W^{tB}(\text{geométrico})]$$

- Stock de capital promedio del periodo t expresado a precios de un año de referencia:

$$W^t = (W^{tB} + W^{tE})/2$$

### 15.4. Stocks productivos

- Stock productivo a mitad del periodo t expresado a precios de referencia del año,  $K^t$ :

$$\text{Perfil general: } K^t = I^t/2 + h_{0.5} I^{t-1} + h_{1.5} I^{t-2} + h_{2.5} I^{t-3} + \dots$$

$$\text{Perfil geométrico: } K^t(\text{geométrico}) = I^t/2 + W^{tB}(\text{geométrico})$$

### 15.5. Stocks brutos de capital

- Stock de capital bruto al inicio del periodo t expresado en precios de un año de referencia,  $G^{tB}$ :

$$\text{Perfil general: } G^{tB} = I^t/2 + j_{0.5} I^{t-1} + j_{1.5} I^{t-2} + j_{2.5} I^{t-3} + \dots$$

Perfil geométrico: no definido (el perfil geométrico combina las funciones edad –eficiencia y de retiro y la función de retiro que es requerida para calcular el stock bruto de capital, no puede ser separada).

### 15.6. Frecuencia sub-anual

Con la creciente importancia de la información trimestral sería, en principio, deseable tener un juego completo de medidas de stocks y flujos de capital con frecuencia trimestral. Dadas las medidas trimestrales, las cifras anuales podrían ser consistentemente construidas a partir de los datos sub-anales. Sin embargo, este es un escenario altamente irreal. La mayoría de las fuentes de datos requeridas para construir mediciones de los stocks y flujos de capital están disponibles en frecuencia anual o menos y la relación entre las mediciones anuales y sub-anales no es una de construcción consistente de los datos anuales a partir de observaciones trimestrales. La vasta mayoría de los países no construyen mediciones trimestrales del stock de capital o de los balances. Donde se requieren los flujos de las variables

trimestrales tales como, la estimación del consumo de capital fijo, ellas están basadas típicamente en interpolaciones de datos anuales.

Las consideraciones sub-anales entran también en el contexto de la inflación alta. Cuando la inflación es alta, los valores nominales de los flujos de diferentes sub-periodos no se pueden añadir porque una unidad de moneda en un trimestre no es directamente comparable con una unidad de otro trimestre. Las cuentas nacionales podrían ser establecidas usando el valor promedio de la moneda en un trimestre dado como la unidad de la cuenta anual. También se debe observar que en los países de alta inflación, los problemas se pueden presentar en la medición de las medidas de volumen cuando los simples valores unitarios son promediados a través de los cuatro trimestres. Similarmente, los productos estacionales requieren de cuidado cuando se establecen los índices de precios anuales. Una descripción de la contabilidad en un contexto de alta inflación puede ser encontrado en Hill (1996). Para una descripción de las cuentas nacionales trimestrales y el vínculo entre los índices de precios anuales y trimestrales, el lector es referido también a Bloem, Dippelsmaan y Maehle (2001).

### *15.7. Estimación de un stock inicial de capital en ausencia de series de tiempo completas de inversión*

La fórmula precedente supone que unas series de tiempo suficientemente largas de los datos de inversión está disponible para cada activo. Para los bienes de capital de larga vida, este podría no ser el caso como los activos de la vida más larga, usualmente las estructuras podrían tener una vida útil de más de 100 años. Hay varias maneras de tratar con esta situación. La primera posibilidad consiste en la estimación de series de tiempo de la inversión, por ejemplo, mediante el establecimiento de una relación econométrica entre el PIB y la inversión basada en las observaciones existentes. Esta relación puede entonces ser aplicada a los datos históricos del PIB (suponiendo que estén disponibles) para generar estimaciones de series de tiempo de la inversión.

Otra posibilidad es construir una estimación punto de referencia con base en otras fuentes que las largas series de la inversión. Fuentes posibles para las estimaciones de referencia incluyen:

- Encuestas de la riqueza
- Censos de población
- Registros de seguros de incendios
- Contabilidad de las empresas
- Registros administrativos de la propiedad
- Valoración de acciones

**Encuestas específicas** de los bienes de capital son una forma directa de obtener información sobre los activos. Las encuestas nacionales de riqueza (por ejemplo de Japón) registran la cantidad de los activos existentes. Porque, por definición, los activos existentes son los activos que han sobrevivido, una encuesta directa de la riqueza dispensa el hacer supuestos acerca de los patrones de sobrevivencia o de retiro.

**Censos de población** sus registros proporcionan usualmente información sobre el número de viviendas de distintos tipos. Los valores estimados tendrán que ser asignados a varios tipos de viviendas identificadas en los registros del censo. **Seguros de incendios** normalmente sus registros dan los valores netos a precios corrientes y tendrán que ser ajustados al valor bruto. Ellos son incompletos porque las compañías pequeñas no aseguran sus activos y las grandes empresas y el gobierno a menudo prefieren cargar ellos mismos con los riesgos por lo que serán excluidos también de los registros de los seguros contra incendios.

**Contabilidad de las empresas** da los valores de los activos a los costos históricos depreciados y se será

necesario ajustar ambos para expresarlos en precios de un solo año de referencia y también valores “como nuevos”. Un problema adicional es que ellos sólo están disponibles para el sector corporativo. **Registros administrativos de la propiedad** típicamente registran los edificios comerciales y residenciales a valores que se supone que son a precios de mercado corrientes pero que usualmente son precios históricos que son revaluados a precios corrientes a intervalos regulares. La **valoración de acciones** de los activos fijos de una compañía pueden ser obtenidos mediante la multiplicación del número de acciones emitidas por una compañía por el precio y sustrayendo los activos financieros netos de pasivos. Los valores resultantes deben de reflejar los valores corrientes de mercado de los activos fijos de capital de la compañía pero la valoración tenderá a ser afectada por varios factores incuantificables tales como el “fondo comercial” (goodwill), las diferencias entre la habilidad empresarial y el clima general de los negocios. Además, este enfoque sólo puede ser usado en países con mercados de capital activos y entonces sólo proveerán valoraciones para las empresas corporativas cuyas acciones se cotizan en las bolsas de valores.

Es claro que la estimación punto de referencia sustentada en una de estas fuentes será altamente aproximada pero la importancia de los errores introducidos en las cifras del stock disminuirán a través del tiempo conforme la base quede más atrás.

Una simple aproximación (Kohli 1982) puede ser usada en particular cuando se aplican los perfiles edad-eficiencia geométrica o edad-precio. En este caso, el stock productivo (o neto) al inicio del año de referencia  $t_0$  puede ser escrito aproximadamente como la inversión acumulada, depreciada de años previos:

$$(21) \quad W^{t_0}(\text{geométrico}) \approx [I^{t_0-1} + (1-\delta)I^{t_0-2} + (1-\delta)^2I^{t_0-3} + \dots]$$

Después, hágase un supuesto plausible acerca del crecimiento en el largo plazo del volumen de la inversión – la posibilidad más simple podría ser fijar esta igual a la tasa de volumen del PIB para la cual hay muchas estimaciones empíricas, y llamar a esta tasa de crecimiento de largo plazo  $\theta$ . Alternativamente, calculando una regresión para el logaritmo de la inversión real respecto al tiempo puede resultar en una estimación de  $\theta$  aunque basada en el periodo posterior al stock inicial. Mediante supuesto, uno tiene  $I^t = I^{t-1}(1+\theta)$ . Esta relación puede ser insertada en la expresión de arriba para el stock de capital inicial:

$$(22) \quad [I^{t_0-1} + (1-\delta)I^{t_0-2} + (1-\delta)^2I^{t_0-3} + \dots] = I^{t_0-1} [1 + (1-\delta)(1+\theta) + (1-\delta)^2(1+\theta)^2 + \dots]$$

$$= \frac{I^{t_0-1}(1+\theta)}{(\delta+\theta)}$$

$$= \frac{I^{t_0}}{(\delta+\theta)}$$

289. Ahora es posible aproximar el stock de capital inicial al inicio del periodo  $t_0$  por el producto del nivel de gasto de inversión en el periodo  $t_0$  (el primer periodo para el cual existe información sobre el gasto de inversión) y una combinación de parámetros de la inversión a largo plazo o de crecimiento del PIB y de la depreciación.

### *15.8. Índices encadenados para la formación bruta de capital fijo y el método del inventario permanente*

Una característica central del método del inventario permanente es que los flujos de la inversión de diferentes periodos son agregados después del ajuste para la depreciación y el retiro. La agregación consiste de la suma de las medidas ajustadas de la formación de capital. Sin embargo, la adición consistente es posible sólo si cada flujo de inversión es valuado con el mismo vector de precios de un año base. En la práctica las medidas de volumen en las cuentas nacionales de muchos países se expresan en precios del año anterior. La adición de las medidas de volumen requiere re-referenciarlas con respecto a un año en particular, expresándolas así en “dólares encadenados” o “euros encadenados” del año de referencia. Dos cuestiones han sido presentadas por la Oficina Federal de Estadística de Alemania (Schmalwasser 2002) en el contexto:

- Los stocks de capital en los balances deben ser valuados a los precios de punto en el tiempo a los cuales se relaciona el balance. La cuestión es si *“...el uso de las series de formación de capital que está vinculado al encadenamiento de un año de referencia (re-referenciado) no satisface los requerimientos de la valoración a precios de comprador del periodo corriente, porque la tendencia del precio sólo es correctamente representada por medio de la comparación directa con el año previo, pero no con el año de referencia. En contraste, con un precio de base fija, la tendencia del precio entre el año corriente y el año base para los precios es representada exactamente, mientras que, la tendencia con la comparación del precio en el año previo puede determinarse sólo forma limitada debido a los cambios en la ponderación”*.
- Las mediciones que son expresadas en “dólares encadenados” no son aditivas: los valores de los dólares encadenados de agregados de alto nivel no son en general la suma de los valores de los dólares encadenados de los agregados de bajo nivel. La cuestión fue planteada *“¿Cómo se puede checar la consistencia bajo la luz de la **multidimensionalidad de los cálculos del consumo de capital fijo y los cálculos de capital fijo por tipo de activos, industria, sector y productores de mercado y no de mercado, si no hay aditividad a través de varias dimensiones?**”*

Estas cuestiones merecen mayor discusión. Un primer punto es de naturaleza general respecto a los índices de precios fijos o encadenados o de volumen. Mientras que es correcto que los índices de precios no tengan comparación directa con los precios entre los periodos no adyacentes, este es también el caso – hasta cierto punto – en la práctica con los índices de precios de base fija. Cuando los índices de base fija<sup>29</sup> fueron usados en el pasado, cambiando la base típicamente significó vincular los índices a intervalos de 5 o 10 años más que construir nuevas series de tiempo completas con base en un solo año base. La razón para esto ha sido práctica. Esto refleja el hecho de que en un mundo donde los productos cambian continuamente, a menudo es imposible hacer comparaciones directas durante varios años porque los productos han cesado de existir. Así, una primera conclusión podría ser que aunque bajo el enfoque de “base fija” existe un elemento indirecto de comparación por simple necesidad.

Un segundo punto concierne al nivel de agregación al cual el método del inventario permanente es puesto en su lugar. No hay duda de que en presencia de los índices encadenados, la medición resultante del capital depende del nivel de agregación al cual ha sido construido el método del inventario permanente. La regla general es que un nivel bajo de agregación es preferible a un nivel elevado de agregación. Entre más detallada la clasificación de activos que constituye el punto de partida para reevaluar las series de inversión, es menos importante el problema aunque, por las razones mencionadas arriba, hay límites para la desagregación. Al nivel más bajo de agregación las series de volumen se expresan en dólares encadenados de la fecha con la cual el balance se relaciona. Los perfiles edad-precio y de retiro son aplicados y las series de tiempo ajustadas resultantes de la inversión son simplemente añadidas a través de los años, industrias o sectores. Ningún problema de no aditividad se presenta a menos que la misma operación sea conducida a un nivel más elevado de agregación. Pero existen pocas razones para hacer esto dado que el nivel más bajo de agregación disponible es normalmente el preferido sobre el nivel de agregación más elevado.

---

<sup>29</sup> Como un apartado técnico se podría mencionar que los índices de volumen de base fija de Laspeyres requieren del índice de precios de Paasche que comparan directamente los precios entre el periodo del año base y el periodo de reporte. En la práctica, los índices de precios son calculados con base a una fórmula tipo Laspeyres.

Una segunda conclusión podría ser que la preparación cuidadosa de las series detalladas de la inversión sea la clave para la resultante de la medición del stock de capital. Cuando Holanda revisó su programa de medición del capital, van der Bergen, de Haan y Horsten (2005) reportaron que:

“Un monto sustancial de trabajo en este proyecto concerniente a la recuperación de la fuente de datos original sobre las inversiones. El primer año cubierto en las series de tiempo a precios corrientes y constantes (t-1) es 1953. Las series de tiempo fueron construidas al nivel de 57 ramas industriales, 20 tipos de activos y 18 subsectores institucionales” (página 7).

Un tercer punto es que la discusión de arriba está relacionada con los *niveles* de los stocks de capital para los balances. Esto es solo un propósito de la medición del capital. Para otros propósitos, los niveles de dólares de los stocks de capital son de interés secundario si es que alguno. Por ejemplo, los stocks productivos, la tasa de cambio es de interés, no su nivel porque la tasa de cambio describe el flujo de los insumos de capital en la producción. Como se explicó en otra parte de este *Manual*, dicha tasa de cambio debe ser basada en la fórmula de un número índice superlativo o cuando menos encadenado.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Si solo los flujos son de interés, aunque la agregación a través de los años puede proceder con la fórmula de un número índice más general que la simple adición (Diewert y Lawrence 2000) aunque esto raramente ha sido puesto en su lugar en la práctica.

## CAPITULO 16. ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE RETORNO

La parte I de este *Manual* (Sección 8.3) discutió los fundamentos conceptuales para el cálculo de la tasas de retorno. Dos enfoques (*ex-post*, tasas endógenas y *ex-ante*, tasas exógenas) puede ser encontrado en la literatura, cada uno con sus ventajas y desventajas. La sección a mano proveerá más detalles para las tres avenidas hacia la medición de la tasa de retorno.

### 16.1. Tasas de retorno para los productores de mercado

#### 16.1.1. Endógenas, tasas de retorno *ex-post*

Como se explicó en la Sección 8.3.1 el enfoque endógeno, *ex-post* es el método más frecuentemente usado en las aplicaciones empíricas de la medición de capital. Este consiste en el cálculo de la tasa de retorno *ex-post* periodo-por-periodo, con base a la información acerca del ingreso no laboral, la depreciación y la retención de pérdidas y ganancias reales para el sector de mercado. Cuando la información necesaria está disponible, estos cálculos pueden llevarse a cabo al nivel de industrias individuales. El ingreso no-laboral consiste del excedente bruto de operación como está disponible en las cuentas nacionales y la parte del ingreso mixto que se puede atribuir al capital ( $G^t$ ). Los impuestos relacionados con el capital  $T_K^t$  se describen más en la Sección 18.4.1.

Dividir el ingreso mixto de los negocios no incorporados propiedad de los hogares en un elemento del trabajo y del capital no es sencillo. Esto es a veces difícil para ponerle un valor al trabajo de las personas auto-empleadas o alternativamente, poner un valor sobre los servicios de capital a parte del ingreso mixto. Probablemente el enfoque más frecuentemente usado (pero no necesariamente el más satisfactorio) es suponer que los salarios de las personas auto-empleadas y los miembros de la familia no pagados igual al salario promedio de las personas empleadas. La parte del ingreso mixto que permanece después de la compensación imputada para el trabajo de los auto-empleados ha sido contabilizado es la remuneración del capital. Una versión más elaborada de este enfoque es usar la información sobre las habilidades y experiencia de las personas auto-empleadas y calcular una tasa de salario para un conjunto comparable de habilidad u experiencia que sea observable en el mercado de trabajo. Alternativamente, si el stock de los activos en uso por los negocios no incorporados es conocido, el valor de los servicios de capital puede ser calculado y la participación del trabajo y la participación del trabajo en el ingreso mixto queda fuera como un residual<sup>31</sup>.

La tasa de retorno endógena, *ex-post* para cada periodo es calculada igualando  $G^t$  más los impuestos relacionados al capital sobre la producción al total de los costos del usuario del capital  $U_t$ . Como  $U_t$  es derivada se muestra en la Parte III de este *Manual*. Para este propósito a mano, es suficiente recordar al lector que en la expresión de abajo,  $r^{t*}$  es la tasa real de retorno que se aplica al inicio del periodo  $t$  la cual será calculada,  $i^{k,t*}$  es la tasa real *ex-post* de la inflación en el precio del activo para el activo  $k$  durante el periodo  $t$ :  $P_0^{k,tB}K^{k,t}$  es el stock de capital productivo del activo  $k$  durante el periodo  $t$ , valuado al inicio del

<sup>31</sup> Esto requiere de una tasa de retorno exógena para los negocios no incorporados, de otra manera uno cae dentro de un problema de simultaneidad: en el caso del cálculo de una tasa de retorno endógena, la participación del capital del ingreso mixto es un insumo para el cálculo de la tasa de retorno. Así, lo último no puede ser usado como necesario para calcular la participación del capital primero.

periodo al precio  $P_0^{k,tB}$ ;  $\delta^k$  es la tasa de la depreciación para un activo nuevo  $k$ :  $\rho^t$  es la tasa de cambio del índice de precios al consumidor al inicio del periodo  $t$ . Al fijar  $G^t+T_K^t$  igual al valor total de los costos del usuario y observando que todas las variables son conocidas excepto por la tasa de retorno, es posible calcular  $r^{t*}$ . Para la presente exposición, hemos supuesto el perfil de una depreciación geométrica para simplificar la notación. Sin embargo, el razonamiento lleva directamente al caso no geométrico, y es expuesto en la Parte III de este *Manual*.

$$(23) \quad G^t+T_K^t = \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} (1+\rho^t) [r^{t*} + \delta^k(1+i^{k,t*}) - i^{k,t*}] K^{k,t}$$

La expresión (23) constituye una variación del enfoque más ampliamente usado para estimar la tasa de retorno, aunque los cálculos se han basado típicamente en la formulación del costo del usuario (equivalente) con las tasas nominales de retorno y el término nominal para las pérdidas y ganancias retenidas; ver por ejemplo Jorgenson (1995), o Jorgenson y Landefeld (2006),

En el caso de la depreciación geométrica, el cálculo de la tasa de retorno puede ser dando una interpretación directa útil: la tasa de retorno nominal endógena, *ex-post*  $r^t$  corresponde a la razón entre el excedente neto de operación  $N^t$  más los impuestos relacionados al capital sobre la producción más la revaloración de activos  $R^t$  dividido entre el valor del stock de capital productivo. El excedente neto de operación es comparado como la diferencia entre el excedente bruto de operación (incluyendo la parte del capital del ingreso mixto) menos la depreciación:  $N^t = G^t - D^t$ . bajo la depreciación geométrica, estos términos se definen de dicha manera (ver Parte III del *Manual*) que (24) sigue directamente de (23).

$$(24) \quad r^t = \frac{N^t + T_K^t + R^t}{\sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} K^{k,t}}$$

Este es un cálculo intuitivamente atractivo de la tasa de retorno: el excedente neto de operación procede de las operaciones de los negocios a las cuales se le añaden las ganancias y se deducen las pérdidas para obtener un “tasa de retorno neta” antes del pago de impuestos relacionados al capital. Substrayendo la tasa general de inflación  $\rho^t$  de  $r^t$  y dividiendo entre  $(1+\rho^t)$  resulta la tasa real de retorno  $r^{t*}$  que corresponde a  $r^t$ .

Harper, Berndt y Wood (1989) y Baldwin u y Gu (2007) encuentran que el crecimiento en los servicios de capital es menor para el caso cuando las ganancias de capital, derivadas de cambios en los precios de los activos, no son incluidos en las estimación del costo al usurario. Esto coincide con las observaciones de otro trabajo empírico. Baldwin y Gu (2007) presentan la siguiente explicación:

*“Este resultado se debe a (1) el cambio histórico a largo plazo hacia equipo (con depreciación relativamente alta y elevado costo del usuario) y el retiro de estructuras (con costo del usuario y depreciación relativamente bajos), lo cual incrementa el efecto de la composición del capital; y (2) la tendencia a largo plazo de las estructuras de los precios (con baja depreciación) a crecer más rápido que el precio del equipo (con alta depreciación), ocasionando las ganancias que son sustraídas de las estructuras de la fórmula del costo del usuario de las estimaciones del equipo. Esto aumenta la diferencia en la estructuras del costo del usuario y del equipo y, por tanto, conduce a un incremento en el crecimiento de la composición del capital”. La principal versión simplificada del enfoque ex-post se construye sobre el concepto de “tasas reales de equilibrio” (ver Caja 10). El primer supuesto simplificador es que la revaloración real de los activos se fija*

igual a cero<sup>32</sup>. La tasa real  $r^{t**}$  en el método simplificado agota exactamente el ingreso de capital tal como es medido en las cuentas nacionales:

$$(25) \quad G^t + T_K^t = \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} (1+\rho^t) [r^{t**} + \delta^k] K^{k,t}$$

Para cada activo uno obtiene una expresión bastante simple para el precio de los servicios de capital,  $P_0^{k,tB} (1+\rho^t) [r^{t**} + \delta^k]$  que es la base para la medición a precios constantes y los índices de volumen de los servicios de capital. Por construcción, el valor total de los servicios de capital a través de los activos iguala el ingreso de capital ex-post  $G^t + T_K^t$ .

#### Caja 10. “Equilibrio de las tasas reales” de retorno para Japón

Japón constituye un caso interesante para el cálculo de los costos del usuario y las tasas de retorno: la economía japonesa experimentó un fuerte crecimiento por varias décadas después de la Segunda Guerra Mundial pero hubo también detenciones pronunciadas y extendidas empezando y terminando los 1990s. Finalmente, el mercado japonés sufrió enormes vaivenes con todos los signos de una burbuja de mercado por un largo periodo de tiempo. Estos factores combinados hacen de Japón no solo una economía interesante de estudio sino que presenta desafíos para la medición del crecimiento económico.

Diewert, Mizobuchi y Nomura (2005) desarrollaron un conjunto de datos para Japón y calcularon una tasa de equilibrio real de retorno para el sector de mercado japonés. Ellos lo hicieron por la fijación de las ganancias reales retenidas  $i^{ir}$  en una ecuación similar a la (24) igual a cero y después resolver para  $r^{t*}$ . Ellos razonan que si ellos usan “...tasas de inflación *ex-post*, nosotros tendríamos que generar costos a los usuario para acercarnos aproximadamente a las tasas de renta del mercado para los activos y esas tasas no serían negativas. Aunque si estimamos [cambios en los precios] suavizando los valores *ex-post* para estas variables o usando un modelo de pronóstico, con los datos de Japón, inevitablemente generaremos costos del usuario negativos para los componentes de la tierra, debido a la rápida inflación en el precio de la tierra que ocurrió en Japón durante la década de los 80”. Con la tasa real de equilibrio, ellos encontraron que:

“...la tasa real de retorno promedio *ex-post* durante la muestra entera del periodo fue “.152% por año. Que no es una tasa real de retorno inusual para los estándares internacionales cuando el inventario y los stocks de capital se incluyen en la base de activos. Sin embargo, hay algunas tendencias interesantes en las tasas reales de retorno *ex-post*. La tasa real de retorno promedio *ex-post* hasta el primer choque petrolero (los años 1955-1973) fue relativamente alta 5.096% por año. Para los años 1974-1979, (estos son los años entre los dos choques petroleros), la tasa real de retorno cayó hasta 0.747% por año. Para los años de la burbuja, 1980-1990, la tasa real de retorno permaneció bastante baja, esta promedió 0.718% por año. Sin embargo, para los años post burbuja 1991-2003, la tasa real de retorno cayó a una tasa negativa: -0.287% por año en promedio.

- No es plausible que los productores pudieran anticipar las bastante variables tasas reales de interés, y entonces usar estas tasas de interés para fijar la renta anual de sus precios para los activos fijos. Sin embargo, ellos podrían haber sido capaces de anticipar la tendencia en estas series”.

<sup>32</sup> Observe que no existe un activo en particular, la tierra, para la cual se recomienda siempre fijar las ganancias retenidas a cero o algún valor a largo plazo más que usar los movimientos ex-post de los precios reales de la tierra. La razón – descrita más en la Sección 18.1 – es que los mercados de la tierra a menudo son sujetos a burbujas y ráfagas que por definición incorporan un elemento de comportamiento irracional pero también de toma de riesgo de los actores económicos. La condición de equilibrio estándar que predica que el precio de un activo refleja el valor de descuento de los beneficios futuros por el uso del activo, no es probable que se mantenga en esos mercados y las expectativas en un contexto de comportamiento especulativo son casi imposibles de medir con base en las observaciones *ex-post*. Así, es que existen tanto razones prácticas como conceptuales para alejarse de estimar las ganancias esperadas retenidas de un activo específico en el caso de la tierra.

16.1.2. Exógenas, tasas de retorno *ex-ante*

Como se explicó en la Sección 8.3.1, una alternativa para el modelo endógeno de arriba es elegir una tasa de retorno, externa, *ex-ante*, por ejemplo, un promedio de las diferentes tasas de interés que prevalecen en los mercados financieros. Es preferible operar con tasas reales para este propósito ya que las tasas reales son independientes de las tasas totales de inflación y tienden a mostrar menos volatilidad. Como una medida *ex-ante*, será necesario suavizar la serie de tiempo de las tasas observadas porque es implausible que los actores económicos anticipen totalmente cada movimiento de las tasas de interés de mercado. En muchos casos, un simple promedio de largo plazo será suficiente a menos que exista una tendencia marcada en las series de tiempo de las tasas reales. Trabajos de la OCDE donde las tasas reales exógenas han sido usadas para la medición de los servicios de capital al nivel de la economía total mostraron que en 18 países examinados, los promedios a largo plazo de las tasas reales de interés oscilaron alrededor de valores entre el 3 y por ciento anual, dependiendo del país.

La tasa real de retorno esperada al inicio del periodo  $t$  (llamada  $r_{(tB)}^*$ ) es combinada con una expresión para la tasa real esperada de las pérdidas y ganancias retenidas para el activo tipo  $K$ ,  $i_{(tB)}^{k*}$ . Esta última está basada en las series de tiempo de las tasas reales *ex-post* de los cambios en el precio de los activos,  $i^{kt*}$ . A menos que exista una marcada tendencia en las series *ex-post* como podría ser el caso del equipo de alta tecnología, fijar la tasa real *ex-post* del cambio en el precio igual a cero es una forma plausible de tratar con este problema. Esto incluye el caso de las burbujas de mercado (tal como la tierra) que son más descritos abajo. La expresión (24) incluye también  $\rho^t$ , la tasa de cambio de un índice general de precios tal como el índice de precios al consumidor. Para la versión *ex-ante*, esta tiene que ser reemplazada por la tasa de la tendencia del IPC,  $\rho_{(tB)}$ .

Insertar las tasas esperadas  $r_{(tB)}^*$ ,  $i_{(tB)}^{k*}$  y  $\rho_{(tB)}$  en la expresión del costo del usuario, sumando a través de los activos y factorizando los impuestos relacionados al capital en la producción  $T_K^t$  resulta el valor en dólares  $G_{(tB)}+T_K^t$ , la remuneración esperada del capital para el periodo contable  $t$ .

$$(26) \quad G_{(tB)}+T_K^t = \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} (1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta^k (1+i_{(tB)}^{k*}) - i_{(tB)}^{k*}] K^{k,t}.$$

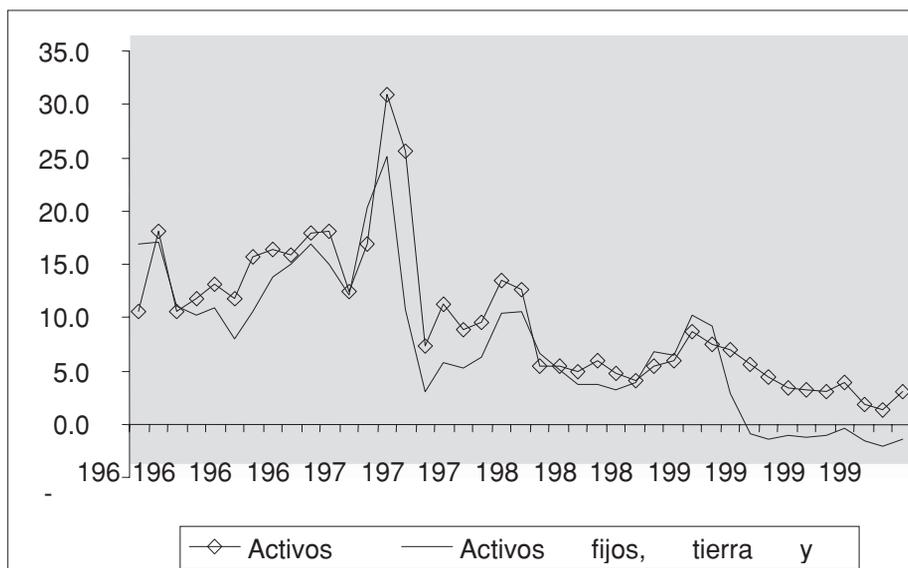
Cuando el sector de mercado ha sido desagregado por actividad económica, la tasas de retorno se vuelve específica para cada industria y la remuneración  $G_{(tB)}$  debe ser computada para cada industria aunque no siempre sea obvia la medición de las tasas de retorno específicas por industria en los mercado financieros. Para obtener una tasa de retorno real promedio para el sector mercado, se construye un promedio ponderado de las tasas de retorno específicas por industria. Una ponderación natural para esta medida es la participación de cada industria en el valor total del stock neto del sector de mercado.

Inherente al enfoque *ex-ante* esta el hecho de que  $G_{(tB)}+T_K^t$  el cálculo de la remuneración de los servicios de capital no es igual en general a  $G^t+T_K^t$ , la remuneración *ex-post* identificable en la cuenta de generación del ingreso de las cuentas nacionales. Este problema es descrito más ampliamente en la siguiente Sección porque se presenta también en el enfoque simplificado para la medición de la tasa de retorno que se presenta después.

Existen cuando menos dos situaciones cuando el enfoque exógeno hacia la medición de las tasas de retorno es una decisión útil. Primero, cuando el stock de los activos considerados es incompleto en el sentido de que fuentes importantes de los servicios de capital no son parte del cálculo del stock. El candidato más probable para tales omisiones es la tierra para la cual no hay información disponible o cuando menos no de calidad confiable. En este caso, una tasa de retorno endógena puede ser sesgada a la alza porque el ingreso no del trabajo es puesto en relación con un stock de capital sub-valorado. Segundo, cuando no se pueda hacer una distinción empírica entre el sector de mercado y el sector gobierno, los cálculos con un enfoque endógeno implicarán un sesgo de la tasa de retorno porque no existe excedente bruto de operación para los

activos del gobierno así que el excedente del operación del sector de mercado será traído a una relación con una base de activos que comprende activos en el total de la economía y por lo tanto es muy grande.

**Figura16.1 Tasas de retorno para diferente ámbito de activos en Japón**



*Fuente: Nomura (2004).*

Para ilustrar el punto y mostrar el impacto del cambio en el ámbito de los activos, considérese la Figura 11. Esta muestra la tasa de retorno nominal exógena calculada con base en los activos y con base en los activos fijos más la tierra e existencias para un periodo de 40 años en Japón. Durante tres décadas, las diferencias en las tasas resultantes de retorno están contenidas relativamente. Sin embargo, durante los 1990s, una brecha emerge entre las dos series – la tasa basada en los activos fijos permanece más alta que la tasa con una base de activos más completa. Así, que la elección de la base de activos puede significar una diferencia en los resultados y una base de activos incompleta pueda dar lugar a una exageración de la tasa de retorno cuando se aplica el método endógeno<sup>33</sup>. Bajo estas circunstancias, una tasa real de retorno exógena puede ser una elección apropiada. Para esta estimación, uno típicamente se vuelve a las tasas de interés de los mercados financieros para seleccionar un promedio de tasas clave que tengan un vínculo con los costos de oportunidad de invertir en activos no financieros. Los candidatos para las tasas de interés son los bonos del gobierno, los bonos corporativos y las tasas de interés de la deuda corporativa de diferente plazo de maduración.

Las tasas de interés periodo a periodo tienden a ser volátiles y los costos del usuario basados en las tasas de interés *ex-post* de mercado es probable que generen costos del usuario más volátiles que una medida *ex-ante*. Esta consideración práctica favorece el uso de una tasa de retorno *ex-ante* exógena en lugar de una tasa exógena *ex-post*.

<sup>33</sup> La tasa nominal de retorno con la base completa de activos es negativa en el caso de Japón durante los 1990s. Esto refleja la situación específica durante este periodo con los precios de la tierra decrecientes y expectativas deflacionarias y como tales este resultado tiene un uso analítico. Pero es más difícil interpretar la tasa de retorno negativa en el contexto de los costos del usuario, p.e. como un componente en el precio que un dueño-usuario calcula cuando decide o no usar los activos en la producción.

### 16.1.3. Ingreso de capital *ex-ante* y *ex-post* para el sector de mercado

En general. La suma de los costos del usuario calculados con una tasa de retorno *ex-ante* no es igual al nivel *ex-post* del ingreso no laboral  $G^t + T_K^t$  como se muestra en las cuentas nacionales. La existencia de dicha diferencia no es problemática en sí porque esta refleja las diferencias entre una cifra *ex-post* y un cálculo *ex-ante* y puede dar lugar a explicaciones analíticas interesantes (evidencia de pérdidas o ganancias inesperadas, retorno sobre activos privados no observados, economías de escala). Existe entonces una diferencia entre el uso de dos resultados que son relevantes para diferentes cuestiones analíticas.

Para estados acerca de la distribución del ingreso *ex-post* entre el trabajo y el capital, las cifras *ex-post* de las cuentas nacionales son la variable relevante así que la participación del capital en el ingreso corresponde a la participación del ingreso no laboral respecto del ingreso total. Para la medición de los índices de volumen de los servicios de capital, las participaciones *ex-ante* de cada activo en el total del ingreso de capital *ex-ante* parecerían más apropiadas. La razón es que las participaciones *ex-ante* del capital son una aproximación mejor a los parámetros<sup>34</sup> de la función producción subyacente que uno desea capturar.<sup>35</sup>

En el caso de la medición del ingreso de capital *ex-ante* que se desvían de los datos *ex-post*, ¿Cómo se debe tratar con la discrepancia dentro del esquema contable?

<sup>34</sup> En un índice de volumen combinado de insumos de trabajo y capital, las participaciones del trabajo y del capital son usadas para aproximarse al producto de las elasticidades del trabajo y del capital que caracterizan el proceso de producción. Las elasticidades del producto muestran el porcentaje de incremento en el producto si un insumo aumenta por un uno por ciento. Ver Balk (1998) para una presentación rigurosa de índices de cantidad de insumos y ver OCDE (2001a) para una descripción de los índices de medición de la productividad.

<sup>35</sup> Un razonamiento teórico interesante proviene de Oulton (2007) quien propone que el índice de volumen de los servicios de capital debe ser construido usando las participaciones del costo a usuarios *ex-ante*, p.e. la ponderación para cada activo debe ser el costo a usuarios *ex-ante* de ese activo, como una participación del total de todos los costos del usuario *ex-ante*. Oulton llega a esta conclusión empezando de su medida objetivo – el verdadero valor *ex-post* del producto marginal. En la práctica, las verdaderas participaciones *ex-post* no son observadas pero ellas pueden ser estimadas mediante el método *ex-ante*. En particular, el demuestra que las participaciones verdaderas *ex-ante* y *ex-post* son exactamente iguales cuando la función producción es CES (siglas en inglés, elasticidad sustitución constante) y aproximadamente igual en los casos más generales también. Una útil implicación desde la perspectiva contable es que aunque la participación de cada costo del usuario es la participación *ex-ante*, el nivel de compensación al capital es el costo del usuario unitario *ex-ante* ajustado por la tasa entre la compensación total al capital *ex-ante* y *ex-post*. Así que los rendimientos de cada tipo de activo suman el ingreso de capital *ex-post*. Entonces no habrá residual. Sin embargo, observe, que el método de Oulton requiere que no haya activos sin observarse y que la producción este caracterizada por rendimientos constantes a escala.

- Para valores a **precios corrientes** en conjunción con la cuenta de la generación del ingreso en el SCN, se puede desagregar de la siguiente manera para los productores de mercado:

Valor agregado bruto =	Trabajo	Capital
Compensación de empleados	Compensación de empleados	
+Otros impuestos netos a la producción	Impuestos netos a la producción concernientes al trabajo	Impuestos netos a la producción concernientes al capital
+Excedente bruto de operación		+Excedente bruto de operación
+Ingreso bruto mixto	+Parte del trabajo del ingreso bruto mixto	+Parte del capital del ingreso bruto mixto
	= Ingreso del trabajo, <i>ex-post</i>	= Ingreso del capital, <i>ex-post</i>
		Valor de los servicios de capital, <i>ex-ante</i>
		Activo tipo 1
		Activo tipo 2
		Activo tipo N
		Pérdidas o ganancias residuales

- Para los valores a **precios constantes**, el valor *ex-ante* de los servicios de capital deben mostrarse en precios con respecto a un periodo de referencia  $t_0$ , donde el precio (índice) de los servicios de capital,  $P_0^{k,t_0B} (1+\rho^{t_0}) [r^{t_0^{**}} + \delta^k]$ , entre en juego. Sumada sobre los activos, esta resulta en el valor de los servicios de capital a precios del año de referencia. Ningún valor a precios constantes debe ser mostrado para los beneficios residuales, o para los ítems *individuales* netos de impuestos, excedente bruto de operación y la parte del capital del ingreso bruto mixto. Los beneficios residuales, por su naturaleza, no se prestan a sí mismos fácilmente a la división precio-volumen.
- El tratamiento de arriba da lugar a dos tipos de **índices de precios implícito para los servicios de capital**: (i) un índice de precios *ex-ante* que corresponde a la razón entre el valor *ex-ante* de los servicios de capital a precios corrientes dividido por el valor *ex-ante* de los servicios de capital a precios constantes; (ii) un índice de precios *ex-post* obtenido mediante la división del valor *ex-post* de los servicios de capital a precios corrientes entre los valores *ex-ante* de los servicios de capital a precios constantes. En el último caso, una pérdida o ganancia residual se traduciría en un efecto precio – en la presencia de beneficios residuales, este índice de precios implícito mostraría un valor mayor que el índice de precios *ex-ante* correspondiente.

### 16.2. Tasa de retorno para la producción por cuenta propia de los hogares

La tasa de retorno real  $r^{H,t^*}$  para la producción por cuenta propia de los hogares mejor elegida es la que corresponda a la tasa de retorno explícita o implícita asociada con la vivienda ocupada por el dueño – ver Sección 8.3 para descripción de los conceptos – más sobre la práctica de medir las viviendas ocupadas por sus dueños se describe en la Sección 18.1.2. En ausencia de dicha información, la tasa social de retorno de preferencia temporal (Sección 16.3.3) constituye una alternativa práctica.

### 16.3. Tasa de retorno del sector gobierno

La sección 8.3 concluyó que, para propósitos analíticos, es útil imputar una tasa positiva para el costo de capital de los activos en poder del sector gobierno, con una vista de capturar el costo de oportunidad de la inversión del gobierno. Esto está en contradicción con el *Sistema de Cuentas Nacionales* donde la convención de una tasa cero de rendimiento para los activos del gobierno ha sido adoptada. El presente *Manual* propone varios métodos de cómo medir el costo del capital para los productores no de mercado pero esto es bien entendido que es sólo para propósitos analíticos y en reconocimiento total del hecho de que ninguna imputación está garantizada en las cuentas nacionales. Un ejemplo de estudios analíticos que

reconocen una tasa de retorno positiva es Mas et al. (2006) quien examina la función de la infraestructura de capital en poder principalmente de las entidades gubernamentales, para el crecimiento de España. Si la tasa positiva para el costo de capital es imputada, es recomendable que la tasa de retorno del sector gobierno sea consistente con el concepto de la tasa de retorno del sector privado. Por lo que, si un enfoque *ex-ante* ha sido seguido para el sector de mercado como se describió arriba, un enfoque *ex-ante* debe seleccionarse para el gobierno.

El ámbito de activos pertenecientes al gobierno es a menudo grande e incluye activos productivos y no productivos. Por ejemplo, los recursos naturales son a menudo propiedad del gobierno y pueden contabilizarse como una importante parte del total de riqueza total del sector público. Sin embargo, observe, que cuando el gobierno es propietario de un activo no financiero no producido, tal como la tierra o los recursos del subsuelo y deja su explotación a otra unidad el acto de rentarlos no se considera en sí mismo como producción. Así, los servicios de capital proporcionados por la tierra y los activos del subsuelo deberían registrarse con los usuarios de activos y no hay necesidad de hacer una imputación para el gobierno. En otras palabras, todos los activos que son usados en los procesos de producción llevados a cabo por los gobiernos deben considerarse como fuentes de los servicios de capital en la producción del gobierno y por lo tanto, como candidatos para un retorno del capital. Para propósitos más prácticos, esto limitaría el ámbito de los activos del gobierno para los cuales se estima un rendimiento, a los activos producidos (incluyendo las existencias) más la tierra asociada con las estructuras usadas por el gobierno. Desde luego, en concepto todos los activos no financieros que son usados por el gobierno en la producción están dentro del ámbito de los activos para los cuales los servicios de capital podrían ser calculados, al menos para propósitos analíticos. Las siguientes dos sub-secciones describen con mayor detalle las opciones para calcular la tasa de retorno del gobierno, dependiendo del detalle y alcance de la información empírica disponible.

### 16.3.1. Información disponible completa sobre las tasas de retorno para el mercado y el sector de los hogares

El primer punto de datos para una estimación de la tasa de retorno de los activos del gobierno es el stock neto de los activos más relevantes o más generalmente, las series de tiempo de la inversión en varios activos. En principio, - aunque no siempre en la práctica - esta información es un prerrequisito para el cálculo de la depreciación de los activos del gobierno los que han sido puestos en su lugar en las cuentas nacionales por algún tiempo.

Aunque se podría argumentar que la tasa de retorno real específica por industria debe ser usada para los activos del gobierno, es más simple emplear una tasa de retorno real  $r^{G,t*}$ . Esto se puede justificar con el argumento del costo de oportunidad (inversión por el sector privado o el consumo de los hogares no necesariamente han sido el mismo tipo de activo que el de una inversión del gobierno. – ver Sección 8.3). Dada la información requerida, la tasa de retorno del gobierno es medida entonces como un promedio ponderado de las tasas de retorno del sector mercado  $r^{*}$  y del sector de los hogares  $r^{H,t*}$ .  $\theta$  es un valor o tendencia a largo plazo de la participación de mercado en el valor total de los activos entre el mercado y el sector de los hogares.

$$(27) \quad r^{G,t*} = \theta r^{*} + (1-\theta)r^{H,t*}$$

Cómo se ha de derivar la tasa real de retorno del sector de mercado ha sido descrito arriba. Si el sector mercado es más desagregado, por ejemplo en corporaciones financieras y no financieras o si existe una clasificación transversal por industria, la tasa de retorno del sector de mercado es un promedio ponderado de las tasas de retorno por subsector o por industria.

La tasa real de retorno de los hogares  $r^{H,t*}$  es la mejor elección cuando esta corresponde a la tasa de retorno explícita o implícita asociada con las viviendas ocupadas por sus dueños<sup>36</sup>. En ausencia de dicha información, la tasa social de preferencia temporal (ver abajo) constituye una alternativa práctica. El rendimiento de los activos del gobierno es entonces medido como la tasa de retorno real  $r^{G,t*}$  aplicada al stock neto promedio de los activos del gobierno, valuados a los precios del inicio del periodo,  $\sum_{i=1}^N P_0^{i,tB} W^{i,t}$ . Por consistencia con la puesta en marcha para el sector de mercado, nosotros mantenemos el término  $(1+\rho^t)$  cuya forma precisa resulta del supuesto de que los beneficios de usar los activos se acumulan al final del periodo (ver Sección 19.1). Finalmente, el costo a los usuarios total del capital de gobierno está dado por la suma del retorno del capital menos las ganancias reales retenidas más la depreciación  $D^{G,t}$ . Si se quitan las pérdidas y ganancias retenidas, la medición simplificada del valor total de los servicios de capital de los activos propiedad del gobierno es:

$$(28) \quad U^{G,t*} = (1+\rho^t) r^{H,t*} \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} W^{k,t} + D^{G,t} .$$

### 16.3.2. Costos financieros

Una alternativa a los rendimientos combinados del sector de mercado y los hogares para obtener la tasa de retorno del sector gobierno es considerar los costos de financiamiento de los proyectos del gobierno. Bajo un enfoque *ex-ante*, el rendimiento esperado sobre la inversión debería de ser igual a los costos esperados de financiamiento y podría, por ejemplo, ser capturado por las tasas de préstamos para el gobierno como aparecen en los bonos del gobierno. Para generar las tasas esperadas, sería apropiado usar series suavizadas de las tasas de los bonos de gobierno para diferentes vencimientos donde las últimas podrían ser elegidas de acuerdo con la estructura de los activos del gobierno.

### 16.3.3. Tasa social de preferencia temporal como tasa de retorno del gobierno

Cuando las cuentas nacionales no proveen información directa sobre las tasas de mercado y de los hogares, una posibilidad práctica es identificar la tasa de retorno del gobierno con la tasa de retorno de los hogares y medir la última con la tasa social de preferencia temporal (SRTP, siglas en inglés). El marco teórico para la SRTP o tasa de interés del consumo ha sido elaborado por Marglin (1963), Feldstein (1964, 1965), Kula (1984) aunque el problema más amplio de descuento ha sido la fuente de mucho debate en economía (Ramsay 1928). Actualmente, existe una fórmula bien establecida para determinar las tasas de descuento para los proyectos de gobierno – ver, por ejemplo, OXERA (2002) o HM Treasury (2003) –. A pesar de las variaciones sobre el tema, la SRTP que tiene la naturaleza de una tasa real compila típicamente los siguientes componentes básicos:

$$(29) \quad SRTP = (1+g)^e (1/\Pi^w) - 1$$

En esta expresión:

- $g$  es la tendencia de crecimiento en el consumo real per cápita de los hogares. Sin depender mucho de la teoría, la idea es que la tasa de sustitución entre el presente y el futuro en una sociedad puede ser aproximado por la razón del consumo entre dos periodos o más generalmente, por la tasa de crecimiento de la tendencia del consumo privado a través de largos periodos. Para el Reino Unido, por ejemplo, esta tasa es alrededor del 2% para largos periodos.

<sup>36</sup> Ver la Sección 8.3 para una descripción de los conceptos – más sobre la práctica de medición de las viviendas ocupadas por sus dueños se describe en la Sección 18.1.2.

- e captura la elasticidad de la utilidad marginal del consumo p.e. esta indica el cambio porcentual en la utilidad de porcentaje adicional del consumo. La fuente clásica de las estimaciones de e es Stern (1977). Las estimaciones de e pueden ser derivadas econométricamente y existe un amplio rango de resultados en varios estudios. OXERA (2002) revisa varios resultados empíricos y discute su plausibilidad. La conclusión general es que el valor de 0.5 a 1.2 parece razonable.
- $\Pi$  es la probabilidad de sobrevivencia de un individuo – esta captura el riesgo de que un individuo en una sociedad no sea capaz de beneficiarse de rendimientos futuros de una inversión –.  $\Pi$  es medida por uno menos la razón de muertos sobre la población. Conceptualmente,  $\Pi$  se supone que captura una “tasa de descuento puro en el tiempo” – un concepto cuya discusión va tan atrás como Jevons (1871). Más recientemente, algunos autores, p.e. Evans y Sezer (2002), han sugerido ponderar  $\Pi$  por un coeficiente que refleje el gado de “egoísmo” de las generaciones presentes vis-à-vis las generaciones futuras. Por ejemplo, medida como  $\Pi^W$ ,  $w=0$  implicaría que no hay egoísmo del todo,  $w=1$  es que no hay consideración para las generaciones futuras y,  $w=0.5$  es un valor intermedio. Como se mostrará abajo, la sensibilidad de SRTP con respecto a  $w$  es baja y  $w=0.5$  constituye un valor plausible.

**Tabla 16.1 Tasa social de preferencia temporal para países de la OCDE**

	Consumo per capita  g	Sobrevivencia probabilidad	Tasa social de preferencia temporal							
			w=0.5		w=1		w=0.5		w=1	
			e=1	e=1	e=0.5	e=0.5	e=1.2	e=1.2		
Australia	1.99%	0.99261	2.4%	2.7%	1.4%	2.4%	1.9%	2.9%		
Austria	2.21%	0.98890	2.8%	3.4%	1.7%	2.8%	2.5%	3.6%		
Bélgica	2.05%	0.98894	2.6%	3.2%	1.6%	2.6%	2.4%	3.4%		
Canadá	1.74%	0.99286	2.1%	2.5%	1.2%	2.1%	1.7%	2.6%		
Dinamarca	1.64%	0.98901	2.2%	2.8%	1.4%	2.2%	2.2%	3.0%		
Finlandia	2.31%	0.99050	2.8%	3.3%	1.6%	2.8%	2.3%	3.5%		
Francia	1.93%	0.99033	2.4%	2.9%	1.5%	2.4%	2.1%	3.1%		
Alemania	1.99%	0.98879	2.6%	3.1%	1.6%	2.6%	2.4%	3.4%		
Grecia	2.61%	0.99085	3.1%	3.6%	1.8%	3.1%	2.4%	3.7%		
Islandia	3.05%	0.99330	3.4%	3.7%	1.9%	3.4%	2.3%	3.9%		
Italia	2.07%	0.99029	2.6%	3.1%	1.5%	2.6%	2.2%	3.3%		
Japón	2.50%	0.99322	2.8%	3.2%	1.6%	2.8%	2.1%	3.3%		
Luxemburgo	2.68%	0.98962	3.2%	3.8%	1.9%	3.2%	2.6%	4.0%		
Holanda	1.73%	0.99150	2.2%	2.6%	1.3%	2.2%	1.9%	2.8%		
Nueva Zelanda	1.28%	0.99223	1.7%	2.1%	1.0%	1.7%	1.6%	2.2%		
Noruega	2.55%	0.98985	3.1%	3.6%	1.8%	3.1%	2.5%	3.8%		
Portugal	2.91%	0.98978	3.4%	4.0%	2.0%	3.4%	2.7%	4.2%		
Epaña	2.61%	0.99156	3.0%	3.5%	1.7%	3.0%	2.3%	3.7%		
Suecia	1.30%	0.98922	1.9%	2.4%	1.2%	1.9%	2.0%	2.6%		
Suiza	1.12%	0.99100	1.6%	2.0%	1.0%	1.6%	1.7%	2.2%		
Turquía	1.78%	0.99127	2.2%	2.7%	1.3%	2.2%	2.0%	2.9%		
Reino Unido	2.28%	0.98870	2.9%	3.4%	1.7%	2.9%	2.5%	3.7%		
Estados Unidos	1.96%	0.99135	2.4%	2.8%	1.4%	2.4%	2.0%	3.0%		
Promedio	2.1%	0.99068	2.6%	3.1%	1.5%	2.6%	2.2%	3.3%		

**Fuente:** OECD Annual National Accounts, OECD Population Statistics y cálculos del autor.

En la tabla 17, echamos una mirada de como es la SRTP empíricamente para los países de la OCDE. Nosotros calculamos la tasa de tendencia del consumo per cápita para el periodo 1970-2005, mostrada como la tasa  $g$  en la segunda columna. En promedio, la tasa es alrededor del 2%, aunque con algunas variaciones a través de los países. La tercera columna muestra la probabilidad promedio de sobrevivencia para esos mismos 35 años, calculada como la razón del número de muertes sobre la población. Finalmente, combinaciones de seis parámetros para el compromiso con las generaciones futuras ( $w$ ) y para la elasticidad de la utilidad con respecto al consumo ( $c$ ) son usadas para el cálculo de la STRP. Con base en la literatura  $w=0.5$  y  $e=1$  es nuestra combinación preferida de parámetros. Esta genera un promedio de SRTP de 2.6% para los países en consideración. Dada la ligera comparabilidad requerida de los datos, la SRTP debe ser medida también para países con sistemas estadísticos menos desarrollados que los de los países de la OCDE.

Moore, Boardman, Vining, Weimer y Greenberg (2004) revisaron varios métodos para llegar a la tasa de preferencia social en el tiempo y proveer una guía clara, dependiendo si un proyecto es intra-generacional (menos de 50 años) o inter-generacional (50 años o más), dependiendo de si el proyecto es probable que retire la inversión privada o no. Con alguna mayor diferenciación no mencionada aquí, ellos terminan con la recomendación de una estimación central del 3.5% donde 2.0% está dado como el límite menor y 5% como el límite superior.

## CAPITULO 17. AGREGACIÓN A TRAVÉS DE ACTIVOS E INDUSTRIAS

### 17.1. Agregación a través de activos

Hasta este punto, la mayoría de la discusión ha sido conducida con referencia a un solo (tipo de) activo. Muchos conceptos son en verdad mucho mejor transmitidos de esta manera pero la agregación juega una función importante en como los conceptos del stock productivo, servicios de capital, stock neto y composición de capital se traducen en mediciones.

El punto más importante de este contexto es que el proceso de agregación forma esencialmente la diferencia entre los servicios de capital y el stock de capital neto o de riqueza. Al nivel de activos individuales, el stock productivo puede diferir del stock de capital neto pero no necesariamente. El caso más importante donde las dos medidas coinciden es en la presencia de las tasas constantes, geométricas de la depreciación lo que implica que las mismas tasas de eficiencia declinan y por tanto, la identidad entre stock productivo y neto al nivel de activo. Sin embargo, para todos los tipos de perfiles edad-eficiencia y edad-precio, cuando el stock productivo y el stock neto son multiplicados a través de una expresión para los costos unitarios al usuario, una diferencia aparece entre el valor del stock neto y el valor de los servicios de capital. Esta diferencia se lleva a través de la agregación de los tipos de activos, porque la ponderación de la agregación difiere en los dos casos.

Para una medición de la riqueza, una manera natural de valorar los activos es con su precio de mercado, tomando en cuenta que los activos más antiguos normalmente tienen un precio menor que los activos nuevos. Para una medición de los servicios de capital, los activos deben ser valuados con los costos del usuario que ellos generan durante un periodo. El costo a usuarios tiene una participación relativamente alta de la riqueza de un activo si el activo es de corta vida (las altas tasas de depreciación lo hacen más costoso que los de un activo de larga vida) y/o si su precio de mercado aumenta menos rápido o cae más rápido que el nivel promedio de precios de los bienes de capital. La participación alta de los costos del usuario se encuentran a menudo en los activos que sufren un cambio tecnológico rápido, implicando una corta vida útil y caída en los precios de mercado debido a la obsolescencia.

Debe ser subrayado que la mayoría del valor analítico de las mediciones del stock productivo no yacen en el nivel del stock como tal sino en la tasa de cambio porque esta tasa de cambio constituye el índice de volumen de los servicios de capital cuyo turno es el objetivo analítico de las medidas de los insumos de capital y productividad. La agregación por si misma debe estar en línea con las formulas usadas en las cuentas nacionales, típicamente las fórmulas de los índices encadenados – ya sea del tipo de Laspeyres o del de Fisher. Generalmente, la fórmula de un número índice superlativo<sup>37</sup> tal como la del índice ideal de

<sup>37</sup> Los números índice “superlativos” fueron desarrollados como parte del enfoque económico de los números índice. Bajo este enfoque, la teoría microeconómica de productores y consumidores sirve como razón para elegir entre los número índice, Diewert (1976) introdujo la noción de “agregadores flexibles”. Estas formas funcionales que proveen una aproximación de segundo orden a una función arbitraria, doble diferencial lineal homogénea. Los agregadores flexibles pueden ser interpretados como forma funcionales para cubrir un amplio rango de funciones de utilidad, producción, distancia, costo o ingreso. Además, Diewert llama a los números índice “exactos” cuando ellos pueden ser derivados directamente de un agregador flexible particular. Por ejemplo, el índice de Törnqvist es exacto para la forma funcional flexible translog – un especificación ampliamente usada en la economía empírica. Así, si uno acepta la forma translog como una aproximación a una función producción, y usa los supuestos estándar acerca del comportamiento del productor, el índice de cantidad de Törnqvist provee una formulación exacta de insumos y productos. Un índice que es

Fisher es preferida a otras fórmulas pero esto tiene que ser sopesado en contra de los requerimientos de consistencia con la fórmula del número índice usado en las cuentas nacionales.

Estas ideas se describe mejor por medio de un ejemplo numérico en la Tabla 18 abajo. Dos activos se presentan, “camiones” y “computadoras” junto con su stock de riqueza y el stock productivo a precios de un año de referencia. Para mantenerlos simple, como es el caso de los perfiles geométricos edad-precio y edad-eficiencia, el stock productivo y de riqueza para cada activo tiene el mismo valor. Los valores de cada stock, expresados a precios del año 0, se muestran para cada producto y para ambos años en la primera línea de la tabla. El índice de precios de los camiones (nuevos) aumenta por 5%, mientras que el de las computadoras cae por 5%. Así, el stock de riqueza para los camiones en el año 1, valuado a precios del año 1, tiene un monto de 105 unidades monetarias y el stock de riqueza para las computadoras de 114 unidades monetarias. La cuarta línea en el primer panel muestra la participación de cada activo en el total de riqueza a precios del año correspondiente – entre dos años, la participación de los camiones decrece y la de las computadoras aumenta –. El índice de volumen de Laspeyres del stock de la riqueza aumenta por 10%, el índice de Paasche aumenta por 9.5% y el índice de Fisher por 9.7%.

**Tabla 17.1 Agregación a través de activos – ejemplo numérico**

	Camiones		Computadoras	
	Year 0	Year 1	Year 0	Year 1
Stock de riqueza a precios del año 0	100	100	100	120
Índice de precios del nuevo activo	1	1.05	1	0.95
Stock de riqueza a precios de cada año	100	105	100	114
Participación en el total de riqueza	50.0%	47.9%	50.0%	52.1%
Índice de volumen de Laspeyres	1.100			
Índice de volumen de Paasche	1.095			
Índice de volumen de Fisher	1.097			
Stock productivo a precios del año 0	100	100	100	120
Tasa real de retorno	0.04			
Rate of depreciation	0.15	0.15	0.3	0.3
Precio servicio de capital (costo a usuarios unitario)	0.19	0.20	0.34	0.32
Value of capital services	19.00	19.95	34.00	38.76
Participación costo a usuarios	35.8%	34.0%	64.2%	66.0%
Índice de volumen de Laspeyres	1.128			
Índice de volumen de Paasche	1.124			
Índice de volumen de Fisher	1.126			

Después, el turno del stock productivo. Algo de más información es necesaria para construir la medición del costo a usuarios para cada activo: suponiendo una tasa de retorno real de 4% y unas tasas de depreciación del 15% para camiones y del 30% para computadoras, el precio del servicio de capital es calculado por la multiplicación del índice de precios de los activos nuevos por la suma de la tasa de retorno real y la depreciación. Como el índice de precios de los bienes de capital es igual a uno en el año de referencia 0, el precio de los servicios de capital es igual a  $1 \cdot (0.04 + 0.15) = 0.19$  para camiones y

exacto para una forma funcional es llamado “superlativo”. Un razonamiento similar para el índice ideal de Fisher que también califica como un número índice superlativo con fórmula. Para una discusión completa ver Diewert en: ILO et al. (2004).

$1*(0.04+0.30)=0.34$  para computadoras<sup>38</sup>. La multiplicación de este precio del servicio de capital por el stock productivo, medido también en precios del año 0, resulta en el valor total de los servicios de capital para cada activo –  $0.19*100=19.0$  unidades monetarias en el caso de los camiones en el año 0, y  $0.34*100=34.0$  unidades monetarias en el caso de las computadoras.

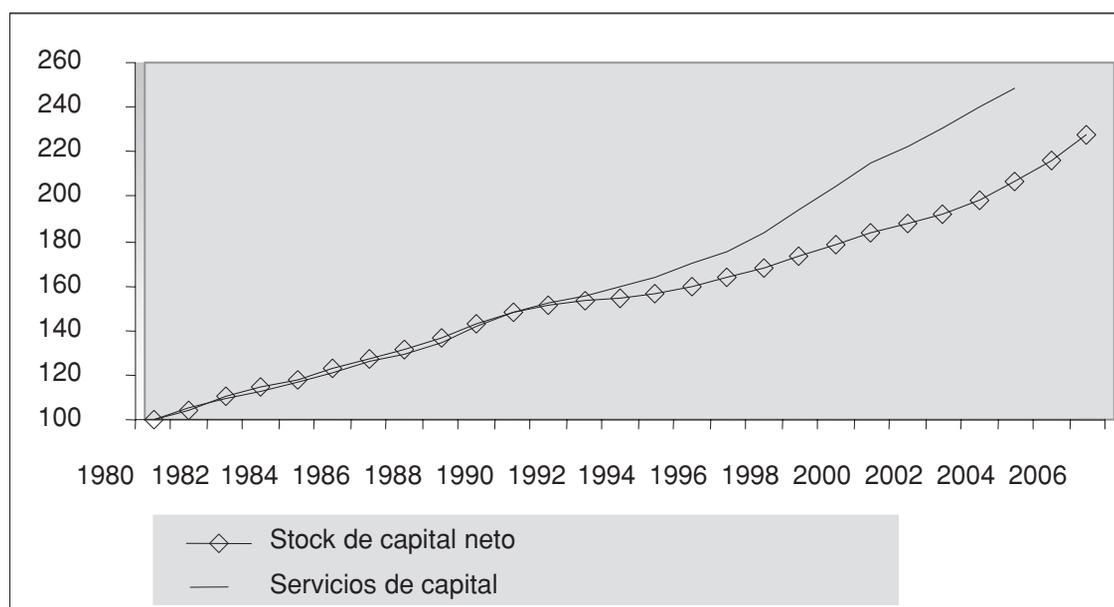
Un cálculo similar es llevado a cabo para el año 1. Para camiones, el precio de los servicios de capital es ahora  $1.05*(0.04+0.15)=0.199$  y para computadoras uno obtiene  $0.95*(0.04+0.30)=0.323$ . El valor de los servicios de capital para cada activo es derivado nuevamente por la multiplicación del precio de los servicios de capital por el volumen de los stocks de capital:  $0.199*100=19.9$  en el caso de camiones y  $0.323*120=38.75$  en el caso de computadoras. Con los precios y volúmenes de ambos activos a mano, se puede calcular el índice de volumen de Laspeyres de los servicios de capital como el promedio ponderado del costo del usuario del cambio en el volumen del stock productivo de cada activo. Este resulta ser del 12.8% un poco más alto que el cambio en el volumen del stock de riqueza. Lo mismo se mantiene para las otras fórmulas de los números índice. Esta diferencia estilizada, de un crecimiento rápido de los servicios de capital mayor que el del stock de riqueza, puede ser observada frecuentemente en la práctica. Esto ocurre cuando los activos de vida corta, debido a los precios relativos decrecientes, ocupan una creciente participación en la estructura de los insumos de capital.

Aunque el volumen de los servicios de capital es la manera conceptualmente correcta para medir la cantidad de insumos de capital en la producción más que en el cambio en el volumen del stock neto, existe un valor analítico en la consideración de ambos índices para el análisis Jorgenson (1995) fue el primero en construir un índice de “calidad del capital” mediante la comparación del cambio en el volumen de los servicios de capital y el cambio en el volumen del stock neto. Esto se entiende mejor como un índice de cambio en la composición del insumo de capital. En el ejemplo de arriba, el índice de “calidad del capital” sería medido como la razón entre el índice de volumen de Fisher de los servicios de capital y el índice de volumen de Fisher del stock neto, p.e. como  $1.126/1.097=1.0259$  o alrededor del 2.6%. Un aumento en este índice sería la señal de un cambio composicional hacia bienes de capital con costos del usuario unitarios relativamente altos, y por lo tanto una productividad marginal relativamente alta por periodo – por ejemplo, una computadora necesita generar rendimientos marginales significativos para cubrir su rápidos cargos por depreciación y obsolescencia.

Dicho aumento en el índice del “cambio de composición” es, por ejemplo, corroborado por las series en la Figura 12 abajo que muestra un índice de los servicios de capital y un índice del stock de capital neto para el sector de mercado australiano. La divergencia entre ambas mediciones ha sido visible desde el principio de los 1990 y esto refleja un cambio composicional en la inversión australiana hacia bienes de capital de vida más corta con tasas de depreciación más altas que el promedio.

---

<sup>38</sup> El precio de los servicios de capital (o costo a usuarios unitario del capital) es el valor en dólares corrientes de los servicios de capital por el stock productivo en dólares constantes (año 0). Su dimensión es entonces dólares corrientes sobre dólares del año de referencia.

**Figura 17.1 Stock de capital neto y servicios de capital en el sector mercado australiano**

Fuente: Australian Bureau of Statistics (ABS) y cálculos de la OCDE con base en datos del ABS.

### 17.2. Agregación a través de las industrias

Si los datos lo permiten, el análisis de las mediciones del capital a nivel industria puede ser de interés significativo. En un conjunto ideal de datos, la información a nivel industria será clasificada transversalmente por sector institucional mayor (corporaciones, hogares, gobierno) y la agregación puede proceder en tres pasos:

- Para cada combinación industria/sector, las mediciones de capital agregado a través de los activos como es descrito en la sección anterior;
- Para cada sector, las mediciones de capital agregado a través de las industrias, por sector. Esto da pie a las mediciones del capital por sector institucional – hablando ampliamente, productores de mercado, hogares y gobierno;
- Alternativamente, las mediciones de capital agregado a través de sectores, por industria. Esto da pie a las mediciones de capital por industria;
- Para la economía como un todo, las mediciones del capital a través de los sectores o a través de las industrias.

El procedimiento de agregación en tres pasos es una forma general de llevar a cabo la construcción de los agregados económicos. Es más general que la técnica de agregación en un paso que se mueve directamente de los activos a la economía como un todo o al sector mercado como un todo. La razón es que la primera agregación a nivel industrial mantiene las industrias como bloques de construcción y permite, implícitamente que los mismos factores sean remunerados diferentemente a través de las industrias. Esto se puede deber a imperfecciones del mercado, ajuste de costos que varían a través de las industrias o a riesgo específico de las operaciones de una industria clamando por diferentes tasas esperadas de retorno del capital. La teoría sugiere también que las diferencias en los costos del usuario y las tasas de retorno a través de las industrias tienen que ser tomados en cuenta. Estos pueden ser provocados por muchos factores – cuñas fiscales, composición de activos.

Un proceso de desagregación directa que omita la dimensión de la industria asume implícitamente que un tipo particular de activo tiene la misma remuneración donde quiera que sea usado en la economía. Uno también puede decir que tratando la economía o sector como en una simple industria, uno supone que todos los mercados “internos” a esta gran empresa trabajan sueva y eficientemente. Sin embargo, existe una justificación teórica para proceder así, Jorgenson, Ho y Stiroh (2005) muestran que el procedimiento de agregación de un paso corresponde a la especificación de una “frontera de posibilidades de producción”. La frontera de posibilidades de producción describe como el capital, trabajo y la productividad interactúan y crecen bajo las condiciones de un mercado eficiente. Los autores entonces usan el procedimiento de un paso como punto de partida y comparan los resultados con el procedimiento de agregación múltiple. Ellos interpretan las diferencias como efectos de “reasignación”. Por ejemplo, los efectos de relocalización aparecen cuando el volumen agregado de los insumos de capital cambian simplemente porque el capital se cambia entre las industrias y genera diferentes productos marginales, dependiendo de donde este es usado. Así, ambos procedimientos el de un paso y el de pasos múltiples son analíticamente significativos, en particular cuando ambos son aplicados y comparados uno con otro. El procedimiento de un paso tiene valor de referencia o de punto de partida para el capital y el crecimiento en la productividad bajo los mercados funcionales, el procedimiento de múltiples pasos es útil para describir el estado actual de la acumulación de capital y el crecimiento en la productividad.

Jorgenson, Ho y Stiroh (2005), Oulton (2007) y Baldwin y Gu (2007) encontraron que la reasignación de los servicios de capital a través de las industrias tiene un efecto significativo en el crecimiento del servicio de capital agregado. La principal razón es que las industrias con altas tasas de retorno tienden a tener altas tasas de crecimiento de los servicios de capital y del stock de capital. Por ejemplo, Baldwin y Gu (2007) encontraron que el efecto de reasignación cuenta por alrededor del 10% del crecimiento de los servicios de capital en el sector empresas de la economía canadiense por el periodo de 1981 a 2001.

En la práctica, un conjunto de datos totalmente desarrollados puede que no esté disponible. También, la distinción entre productores de mercado y no de mercado es difícil de marcar a veces, específicamente en industrias tales como la educación y los servicios de la salud donde ambos tipos de productores operan. Un enfoque simplificado consiste en combinar todas las industrias que son dominadas por los productores de mercado en el “sector mercado”, posiblemente con la excepción de la industria de bienes y raíces donde la provisión de vivienda ocupada por el dueño debe ser separadamente identificada como producción de los hogares. El sector gobierno debe ser identificado con la administración pública, administración y defensa (CIU categoría L) y otros servicios a la comunidad, sociales y personales (CIU categoría O).

## CAPITULO 18. PROBLEMAS ESPECIALES EN LA MEDICIÓN DEL CAPITAL

### 18.1. Tierra y vivienda

El SCN, en su clasificación de activos, distingue entre viviendas y otros edificios y estructuras como parte de los activos producidos y la tierra como un activo no producido. Otros edificios y estructuras son, por turno desagregadas en edificios no residenciales, otras estructuras y mejora de la tierra. Aunque la tierra es un activo no producido, está bien establecido en la literatura económica como un factor de la producción y por lo tanto es un activo que provee un flujo de servicios de capital a la producción.

*“No sólo los activos producidos son usados en la producción. La primera y más antigua forma reconocida de capital no producido es la tierra. La tierra es especial ya que bajo una buena administración, el valor se supone que permanece constante año con año excepto por los efectos de la inflación en los precios de la tierra. Esto significa que, no hay depreciación de la tierra y que toda su contribución a la producción puede ser considerada como ingreso. [...] Parece un poco extraño pensar que un activo no producido contribuya a un “servicio” ya que en las cuentas nacionales los servicios siempre son producidos. Esta es una simple reflexión de las palabras elegidas por los economistas para describir la contribución del capital a la producción sin conectar la palabra “servicio” a la interpretación específica dada a esta en el SCN. Similarmente, uno puede escuchar compensación de empleados descrita como el costo de los servicios de trabajo”. (Próxima revisión del SCN).*

En la descripción de la medición del capital, la tierra y las viviendas merecen especial atención porque:

- Se presentan problemas especiales de medición porque a menudo no es posible separar el valor de la tierra del valor de las estructuras en esta. Sin embargo, dicha separación es necesaria porque las estructuras se deprecian y la tierra no;
- Las estructuras residenciales y no residenciales tienen una larga vida útil y las series correspondientes de inversión necesarias para implementar el método del inventario permanente puede que no estén disponibles. Los stocks de las estructuras pueden entonces ser estimados con base de la información física sobre el stock de viviendas, registro de tierras, etc. lo cual implica incertidumbre estadística adicional, en particular cuando esta viene en la valoración de la tierra y de los edificios;
- Los mercados de la tierra pueden estar sujetos a burbujas en el precio de los activos. Dicho fenómeno está en oposición con la relativamente simple teoría del equilibrio subyacente en el modelo de los servicios de capital y por lo tanto puede invalidar los métodos estándar para estimar el valor y el volumen de los servicios de capital para estos activos;
- Las viviendas ocupadas por sus dueños son una importante actividad no de mercado de la producción de los hogares. Los servicios de capital y las mediciones del costo a los usuarios son una manera de estimar el valor de esta producción y pueden alterar significativamente el nivel y las tasas de crecimiento del PIB;

- Los índices de precios para las casas residenciales y no residenciales son notoriamente difíciles de desarrollar y todavía mucha de la calidad de la valoración de los servicios de capital de la tierra y las estructuras dependen de la calidad de los índices de precios disponibles;
- Más generalmente, la medición de los servicios de capital de la tierra y de las estructuras afecta tres variables económicas singularmente importantes: PIB, insumos de capital y el índice de precios al consumidor, ya que se requiere un enfoque consistente es deseable para estas mediciones.

**Para propósitos prácticos, sólo la tierra bajo las estructuras y edificios y la tierra cultivada deben ser consideradas como una fuente de servicios de capital**

### 18.1.1. Medición y valoración del stock de tierra

La tierra no es un activo homogéneo y los precios de la tierra pueden desarrollar tasas muy diferentes, dependiendo del uso de la tierra y dependiendo de la localización geográfica. La clasificación para activo no producido distingue entre cuatro tipos de tierra:

- Tierra natural bajo edificios y estructuras asociada con agua superficial
- Tierra natural bajo cultivo asociada con agua superficial
- Tierra natural recreativa asociada con agua superficial
- Otra tierra natural asociada con agua superficial

Para muchos propósitos estadísticos sería útil mantener estas categorías aparte porque el desarrollo de los precios diferirá típicamente entre las categorías y porque no todos los tipos de tierra son necesariamente fuentes de servicios de capital – existe un insumo aparente en la producción definido en las cuentas nacionales. El alcance hasta el cual se aplica a la tierra recreativa y otra tierra natural no es claro. Para la mayoría de los propósitos prácticos este aparecerá sólo en tierra bajo los edificios y las estructuras y tierra cultivada que se consideran fuentes de servicios de capital.

Los registros de la tierra proveen de un punto de arranque natural para medir las cantidades de diferentes categorías de tierra. Un problema más difícil es la valoración de la tierra y la construcción de un índice de precios para cada tipo de tierra. Para la tierra residencial, una manera de aproximarse a la valoración es por el uso de información sobre las ventas de viviendas (comprendiendo ambas las estructuras y la tierra debajo) con la información sobre las estructuras nada más se derivan los valores residuales de la tierra (ver caja sobre un ejemplo en Australia). Un enfoque similar residual para estimar series de tiempo del precio de la tierra residencial ha sido adoptado por Davis y Heathcote (2004) para los EE.UU.

La información sobre el precio y cantidad de las estructuras y edificios sin tierra es a menudo disponible más fácilmente cuando los datos sobre el stock de viviendas usa el método del inventario permanente con las series de inversión para las estructuras y los edificios de las cuentas nacionales. Las encuestas de la inversión sobre la construcción permiten una captación relativamente fácil de la información sobre el valor de las estructuras que excluyen la tierra.

La valoración de los stocks de tierra es problemática también cuando los precios de la tierra varían significativamente entre las localizaciones y aplicar un precio “promedio” a la tierra parece susceptible de importantes sesgos. Un primer paso hacia la captura de las diferencias regionales en los precios de la tierra es una estratificación mínima para diferenciar entre áreas con las mayores diferencias en los precios de la tierra, tales como, aéreas urbanas vs rurales. Blades (2006) puntualiza que las estimaciones de la tasa promedio del valor de la tierra respecto al valor promedio de las viviendas (excluyendo la tierra) pueden a

veces ser obtenido de fuentes tales como corredores de bienes raíces o registros oficiales de los valores de la tierra. Algunos países pueden ser capaces de pedir prestadas las tasas de las razones estimadas en otros

### Caja 11. Valoración de la tierra y viviendas propiedad de los hogares en Australia

Un Nuevo método aplicado para la valoración de la tierra y las viviendas propiedad de los hogares australianos empezó con una comparación de diferentes fuentes del valor combinado de la tierra y las viviendas. Para este propósito, el ABS comparó las tres fuentes en términos generales y la media del valor de la vivienda para 2004:

- La Encuesta de Ingreso y Vivienda con los reportes de los hogares sobre el valor de las propiedades, comprendiendo ambas estructuras y tierra (media del valor de la vivienda \$ 299 000)
- Estimaciones del Banco de la Reserva de Australia, que son derivadas mediante la aplicación de los precios promedio de las ventas privadas de los contratistas respecto al número de viviendas registradas en el Censo de Población y Vivienda del ABS (media del valor de la vivienda \$ 335 000)
- Estimaciones de las cuentas nacionales con información detallada sobre el stock de viviendas del Censo de Población y Vivienda de 1991 (media del valor de la vivienda \$ 349 000)

La comparación mostró que las dos estimaciones independientes del Banco de la Reserva de Australia y de la Encuesta de Ingreso y Vivienda están en términos generales en línea una con la otra. El ABS adoptó entonces la estimación del Banco de la Reserva del valor combinado de la tierra residencial y las viviendas.

Las estimaciones del valor de la tierra mantenidas por los sectores excepto los hogares son estimadas residualmente por el ABS mediante la deducción de la estimación de la tierra residencial y las viviendas en poder de los hogares a partir de la estimación agregada del valor de la tierra residencial y de las viviendas estimadas por el Banco de la Reserva.

Este método Nuevo ha resultado en una revisión del nivel y asignación sectorial del valor de la tierra y las viviendas como se presenta en la tabla de abajo. Todas las cifras están miles de millones de dólares australianos y se refieren a junio de 2005.

	Corporaciones no financieras	Corporaciones financieras	Gobierno	Hogares
Viviendas				
Estimación vi vieja	44.6	--	3.7	1038.9
Estimación nueva	44.1	--	3.6	1038.5
Tierra residencial				
Estimación vieja	83.4	--	--	1437.7
Estimación nueva	179.1	--	10.8	1683.0
Tierra comercial				
Estimación vieja	32.4	22.3	--	138.7
Estimación nueva	138.4	24.4	--	40.7
Rural y otra tierra				
Estimación vieja	16.7	--	133.2	192.2
Estimación nueva	16.6	--	133.2	191.4
Fuente: Australian Bureau of Statistics (ABS) (2006)				

países vecinos que tengan densidades de población y estructuras de viviendas similares.

*18.1.2. Costo del usuario de la tierra*

Habiendo establecido que la tierra es una fuente de servicios de capital, la cuestión que se presenta es cómo hacer la medición de los costos del usuario de la tierra y de las estructuras en esta. Restringiremos la discusión a las viviendas residenciales y la tierra asociada porque la mayoría de los puntos llevan a más estructuras no residenciales y la tierra debajo de ellas así como también a las tierras de cultivo. También, las viviendas residenciales juegan una función importante por su tamaño pero como las viviendas ocupadas por sus dueños tienen una doble naturaleza: ellas constituyen una fuente de servicios de capital y ellas son la fuente de producción más importante de los hogares. Esto presenta el problema de la consistencia cuando las mediciones de los servicios de capital por el lado de los insumos de la economía están basadas sobre el enfoque del costo a usuarios, tales como, el enfoque de renta equivalente, más acerca de los cuales abajo.

Debido a que la tierra es un activo no producido, no hay elemento de depreciación en el costo a usuarios. Los costos del usuario de la tierra se componen de dos elementos: el rendimiento real del capital y las pérdidas o ganancias reales retenidas. Sin embargo, la tierra es especial ya que los mercados de la tierra, en particular la tierra residencial, no están libres de las burbujas especulativas, lo que da pie a un desafío conceptual y de medición cuando se trata de evaluar el precio y el volumen de los servicios de capital de la tierra.

**Los precios de la tierra están sujetos regularmente a las burbujas especulativas. El simple enfoque de equilibrio hacia la valoración de activos no puede manejar dicha situación muy bien.**

### **Caja 12. Valoración de la tierra en Canadá**

**En Canadá, el valor de la tierra se mide para tres tipos de tierra.**

**Tierra agrícola** (disminuyendo proporcionalmente con el tiempo) – Este es el valor de toda la tierra agrícola en posesión de manos privadas y es suministrado por la División Agrícola de Statistics Canada. Los datos anuales sobre el valor del capital de las granjas están basados en el censo decenal, el censo quinquenal y proyecciones intercensales. Las últimas están basadas en los datos de las transacciones complementadas con las encuestas anuales a las granjas.

El valor de los edificios (y la depreciación respectiva) es calculado como una porción de capital total de la granja (la tierra más los edificios excluyendo los inventarios). Por tanto, la tierra agrícola es calculada como un residual. Sin embargo, dado el tamaño relativo de la tierra en el capital total agrícola cualquier error de medición asociado con este proceso de estimación es relativamente pequeño.

Las estimaciones trimestrales de la tierra agrícola son interpolaciones lineales de las estimaciones anuales. Hasta el punto de que estas reflejan los auges y caídas de los productos agrícolas y de los precios de los productos y que los ciclos de la producción agrícola son mayormente de naturaleza anual, este método para derivar las estimaciones trimestrales se considera aceptable.

Los datos del censo agrícola sobre las granjas comerciales ya sea que estén incorporadas o no son usados también para calcular las estimaciones sectoriales de las tierras agrícolas.

**Estructuras residenciales rodeadas de tierra** (el mayor componente de la tierra, incrementándose en proporción con el auge de las viviendas durante la mayoría de los últimos 5 años) – Esto comprende la tierra alrededor de varios tipos de estructuras residenciales propiedad en los sectores de la economía, incluyendo viviendas de una sola familia y viviendas múltiples, incluyendo dúplex, multifamiliares y apartamentos.

Las estimaciones derivadas por la aplicación de las razones tierra-a-estructura (LSR, por sus siglas en inglés). LSR son calculadas por la observación de la actividad en un edificio nuevo por tipos (sencillos o múltiples) a través del país. Esto incluye las estimaciones regionales más desagregadas dentro de los censos de las áreas metropolitanas (CMAs, por sus siglas en inglés). La actividad nueva consiste en seleccionar tres elementos clave detallados de todas las unidades vendidas en un año, de las cuales dos son: valor de los permisos de construcción (BPV, siglas en inglés) y el valor del precio de absorción (APV, siglas en inglés). APV es el valor de venta total de la unidad residencial. Los valores de los permisos de construcción son ajustados por la subfacturación en las cuentas nacionales y este mismo factor de ajuste es aplicado al BPV para este ejercicio.

$LSR = (APV - BPV) / BPV$ .

La tercera clave detallada es la dirección física de la unidad terminada y vendida. Esto permite la identificación de si una unidad es suburbana o está en una ciudad principal (la vasta mayoría de las unidades nuevas) o en los centros urbanos (monto muy limitado de relleno). El LSR es siempre más elevado en las áreas de los núcleos urbanos y un mayor ajuste se hace al L/S para tomar en cuenta la depreciación más elevada de los edificios más viejos en el núcleo de las áreas urbanas. Las ponderaciones del censo son usadas entonces para agregar el LSR sobre los CMAs y por región, de manera que un LSR a lo ancho de la economía es derivado para sencillos y múltiples para aplicarlo a las estimaciones del stock de vivienda residencial.

Esta metodología provee estimaciones de la tierra que varían por tipo de estructura, por áreas urbana y suburbana y por regiones del país. Este enfoque es intensivo en mano de obra y APV viene con un retraso tal, que esta metodología detallada está típicamente retrasada 3-4 años respecto de los datos actuales, de tal manera que el LSR es proyectado usando un conjunto de indicadores actuales de la actividad de bienes raíces y los precios. Sin embargo, la confiabilidad no ha probado ser un asunto problemático. Estos mismos indicadores reales, complementados con los costos reales de transferencias trimestrales de los bienes raíces, son usados para desarrollar el LSR trimestral.

### Caja 12. Valoración de la tierra en Canadá (cont.)

Las estimaciones sectoriales están basadas en la composición sectorial de sencillos y múltiples usando el LSR. La mayor parte de la tierra residencial es asignada a los hogares. Las macroestimaciones de bienes raíces residenciales para el sector hogares (estructuras más tierra) son muy cercanas a las derivadas independientemente de la encuesta activo-deuda a los hogares de las estimaciones de micro datos agregados.

**Estructuras no residenciales rodeadas de tierra** – Este es el valor de toda la tierra de tipo comercial – o sea, toda la tierra excepto la residencial o la agrícola – en propiedad de los sectores de la economía. Existen estimaciones de esta categoría de tierras para empresas constituidas, empresas no constituidas y el gobierno (así como también de las instituciones no lucrativas incluidas en cada uno de estos sectores). Esto incluye la tierra tanto alrededor de los edificios como de las estructuras de ingeniería.

Las estimaciones se derivan mediante la aplicación de las razones tierra-a-estructura. Estas razones fueron desarrolladas por la observación de la desagregación de la industria para la tierra y las estructuras en las encuestas a las empresas de Statistics Canada. Las industrias donde las estructuras comerciales prevalecen fueron usadas para derivar el LSR de los edificios comerciales. Estos son referenciados en corte transversal ante los indicadores de los bienes raíces comerciales como parte del establecimiento de una tasa del patrón de crecimiento anual. Además, las estimaciones trimestrales del LSR se derivan usando estos mismos indicadores complementados con los costos de transferencia. Las industrias donde las estructuras de ingeniería prevalecen fueron usadas para derivar el LSR de las estructuras de ingeniería. Los LSR son relativamente menores para las estructuras de ingeniería y los patrones trimestrales son interpolaciones lineales.

*Fuente:* Statistics Canada (2007), comunicado directo a la OCDE.

Considérense primero las cuestiones conceptuales. Empezamos refiriéndonos hacia atrás al planteamiento de las tasas de retorno *ex-ante*: los productores minimizadores de costos tenderán a usar activos en tales proporciones que la tasa de retorno esperada ajustada al riesgo sea la misma para todos los tipos de activos. Hasta este punto, este *Manual* ha dicho muy poco acerca del riesgo excepto que es una justificación para las diferencias de la tasa de retorno *ex-ante* entre las industrias ya que puede haber diferencias de riesgo entre las industrias. Para la mayoría de los activos dentro de una industria en particular, es difícil argüir por que deben ser sujetos a diferencias en el riesgo. Sin embargo, la tierra parece ser que constituye una excepción que justifica la introducción de una prima de riesgo específica por activo. Nomura (2004) y Jorgenson y Nomura (2005) calcularon la prima de riesgo imputada para la tierra en sus cálculos de costo a usuarios para Japón. Dichas estimaciones pueden, por ejemplo, estar basadas en el Modelo de fijación de precios de los bienes de capital (CAPM, por sus siglas en inglés) o técnicas similares. Insertado a la fórmula de costo a usuarios, ello tenderá a reducir el problema de los costos del usuario negativos que se puede presentar ante la presencia de aumentos rápidos en los precios de los activos. Sin embargo, las técnicas de estimación permanecen relativamente sofisticadas y no son siempre fáciles de aplicar.

Existe un segundo problema conceptual asociado con la tierra y las burbujas de mercado. Una relación fundamental en la valoración de activos es la condición de valor presente neto – el precio de un activo es igual al flujo descontado del beneficio neto por el uso en la producción que este genera. Esta relación de equilibrio puede que no se mantenga ante la presencia de las burbujas de los activos; por definición, cuando hay burbujas especulativas, los precios de los activos y las expectativas acerca de los precios de los activos son impulsados más o menos por expectativas racionales y no por el flujo esperado de los servicios de capital del activo. La implicación de la participación del costo a usuarios en los activos que incorpora las ganancias retenidas esperadas especulativas, no es probable que presenten una buena aproximación a la elasticidad del total de los servicios de capital con respecto al activo en consideración así que la medición del flujo general de los servicios de capital podría ser distorsionado en dicho caso.

El problema empírico es también difícil de tratar. ¿Cuál es una expectativa razonable en el cambio de precio de un activo ante la presencia de las burbujas especulativas? ¿Pueden los precios ser predichos en dicha situación? La respuesta es ciertamente que “no”, en particular cuando se trata de encontrar una simple manera de poner el valor de los cambios de los precios esperados. Los movimientos a la alza de los precios de la tierra que sean simplemente extrapolados a partir de las observaciones anteriores tenderán a generar expresiones negativas en el costo a usuarios a menos que un prima de riesgo explícita se considerada como se describe arriba.

En suma, ambas consideraciones conceptual y práctica, nos conducen a sugerir que, si no hay posibilidad de estimar la prima de riesgo específica del riesgo de la tierra, las pérdidas y ganancias retenidas para la tierra deben ser igualadas a cero cuando el costo a usuarios de la tierra sea calculado – esto es verdad ya sea que se apliquen los métodos endógeno o exógeno para estimar la tasa de retorno.

Una aplicación muy importante de las mediciones del costo a usuarios esta en el contexto de los valores imputados para la producción de los hogares que son dueños u ocupantes de las viviendas. El valor de las viviendas ocupadas por sus dueños y su desarrollo a través del tiempo es importante como un componente de las cuentas nacionales y para muchos países es un componente del índice de precios al consumidor<sup>39</sup>. En particular, muchos países usan un enfoque de “renta equivalente” en el cual el stock de las viviendas es dividido en diferentes estratos de viviendas de calidad y localización similares, y donde las rentas actuales pagadas por los servicios de vivienda en cada estrato son usadas para medir la renta promedio por vivienda. Estas rentas promedio son multiplicadas después por el número de propietarios-ocupantes de viviendas en el estrato para obtener una cifra para el valor de la producción de las viviendas ocupadas por sus dueños.

Sin embargo, hay casos cuando el enfoque de renta equivalente no se puede aplicar. Por ejemplo, en muchos países en desarrollo o en transición, la participación de las viviendas rentadas es baja y la participación de las viviendas ocupadas por sus dueños es alta y las rentas a menudo no son una guía confiable para el valor de las viviendas ocupadas por sus dueños<sup>40</sup>. Entonces, el enfoque de costo a usuarios constituye una útil alternativa y ha sido aplicada en un número de países de la Unión Europea y en Islandia (Gudnason 2004).

---

<sup>39</sup> Para una revisión de los métodos usados en el índice de precios al consumidor, ver ILO et al. (2004). Capítulo 23.

<sup>40</sup> Un caso en punto fue la adhesión de los países de Europa central a la Unión Europea o de los países al oeste de los Balcanes.

### Caja 13. Medición de los costos del usuario de viviendas en Argentina

Coremberg (2000, 2004) usa un enfoque hedónico para valorar el stock de vivienda de Argentina. Él

procede en varios pasos:

- El punto de inicio es la información detallada del stock de viviendas del *Censo Nacional de Población y Vivienda* de 1991 con datos sobre el número de viviendas a través de una clasificación transversal por varias características, en particular tipo, localización, tamaño así como también algunos atributos de calidad.
- La segunda fuente de información es la *Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares* que provee los precios de las rentas por características de las viviendas.
- Un ajuste se hace a los precios de las rentas para contabilizar la probabilidad de sobrevivencia de las viviendas, p.e. el hecho de que la encuesta sólo reporta sobre las rentas de las viviendas que existen mientras que las rentas cero sobre los activos que han desaparecido no aparecen en la muestra.
- Una función hedónica es estimada mediante la regresión de las rentas observadas de la encuesta sobre los atributos de las viviendas, incluyendo su edad. Los coeficientes de la regresión de las características de las viviendas representan su valoración marginal en el mercado de las rentas.
- Con los coeficientes de la regresión hedónica, los valores de las rentas se pueden adjuntar al stock de viviendas del Censo de 1991. Sumando a través de los valores de las rentas resulta la estimación del valor de los servicios de vivienda producidos por los dueños ocupantes.
- Coremberg estima después el precio del costo a usuarios de diferentes grupos de viviendas mediante la división del valor de las rentas (estimadas con el método arriba descrito) por el valor corriente del stock de vivienda. En otras palabras, él supone que el valor del costo a usuarios para cada tipo de vivienda es igual al valor de las rentas equivalentes. Esto asegura una consistencia competente entre los valores de las cuentas nacionales para la producción de servicios de vivienda por los dueños ocupantes y la medición de los servicios de capital para propósitos de los cálculos de productividad.

Observe que en la aplicación de este método, Coremberg estima la tasa de retorno implícita para los dueños ocupantes de viviendas. Obteniendo combinado los resultados para las viviendas con otros bienes de capital, Coremberg estima la tasa de retorno endógena *ex-post* del capital en Argentina y compara los resultados con la tasa externa de retorno del mercado financiero (la tasa de interés para los préstamos en moneda extranjera a 90 días del papel comercial) para evaluar los costos de oportunidad de invertir en Argentina y llevar a cabo una plausibilidad de checar la tasa de retorno endógena. Su tasa interna de retorno por el periodo 1990-2000 varía entre 12.2% y 15.5% dependiendo de la forma del patrón de la depreciación. La tasa exógena para la comparación fue del 13.4%. Este es un resultado plausible.

Para las viviendas ocupadas por sus dueños, los costos del usuario son calculados mejor en dos partes: costos a los usuarios para las estructuras y costos del usuario de la tierra bajo las estructuras. Los dos componentes pueden ser combinados después para proporcionar los valores de los servicios de vivienda (mediante la suma de los valores de los componentes), y los índices temporales de los precios de los servicios de vivienda (mediante la construcción de un índice de precios de costos a los usuarios de los componentes entre ambos periodos) así como también índices de volumen de los servicios de vivienda (mediante la construcción de un índice de los cambios en el volumen de los stocks entre dos periodos). La

expresión del costo a usuarios tiene una forma bastante simple porque no existe componente de la depreciación y, si uno sigue la conclusión de arriba, las pérdidas y ganancias reales retenidas son fijadas en cero. Más explícitamente, si  $U^{L,t}$  es el costo a usuarios de la tierra debajo de una vivienda y  $U^{S,t}$  es el costo a usuarios de la estructura, y  $U^{D,t}$  es el costo a usuarios combinado para vivienda y la tierra, entonces uno tiene que seguir las expresiones, para el cálculo, suponiendo unas tasas de depreciación geométricas para las estructuras y siguiendo la notación usada a totalmente en este *Manual*:

$$\begin{aligned}
 (30) \quad U^{L,t} &= (1+\rho^t)r^{t*}P_0^{L,tB}W^{L,t} \\
 U^{S,t} &= [(1+\rho^t)(r^{t*} - i^{S,t*})P_0^{S,tB} + P_0^{S,t}\delta^S]W^{S,t} \\
 U^{D,t} &= U^{L,t} + U^{S,t}.
 \end{aligned}$$

Es bien conocido que las medidas de precio y volumen de los servicios de vivienda pueden diferir dependiendo de si los cálculos están basados en la renta equivalente o en el método de costo a usuarios. Por ejemplo, Verbrugge (2006) examina los movimientos respectivos de las rentas y los costos del usuario desde la perspectiva del consumidor y encuentra diferencias muy grandes en las tendencias y en la amplitud de sus movimientos. En alguna medida, tales diferencias reflejan la realidad económica de los costos de transacción (es costos evaluar a los inquilinos, para concluir y terminar un contrato), así como también las imperfecciones del mercado. Además, dichas comparaciones a menudo no usan la fórmula simplificada de costo a usuarios para la tierra (31) pero reflejan los cambios anuales en los precios (esperados) de los activos y los cambios anuales de las tasas de retorno *ex-post*. Esta podría ser una razón para las discrepancias entre las mediciones resultantes. Heston y Nakamura (2007) proveen también evidencia que a pesar de los ciclos de vivienda, los costos del usuario no se aproximan bien a las rentas de mercado.

Diewert (2006b) comenta sobre este punto lo siguiente:

*“[...] no es probable que los caseros usen pronósticos econométricos para la apreciación de los precios de la vivienda un año antes y ajusten sus rentas a los inquilinos con base en estos pronósticos. A los inquilinos no les gusta la tremenda volatilidad en sus rentas y cualquier casero(a) que trate de fijar rentas volátiles pronto tendrá una alta tasa de vacantes en sus propiedades. Sin embargo, es posible, que los caseros tengan alguna idea sobre la tasa promedio a largo plazo de la inflación en la propiedad para el tipo de propiedad que ellos manejan y esta tasa promedio anual a largo plazo de la apreciación podría ser insertada en la fórmula del costo a usuarios.*

*Observando los costos de oportunidad de poseer una casa desde el punto de vista del dueño ocupante, el horizonte relevante de tiempo a considerar para obtener una tasa anual promedio de la apreciación del precio esperado es el plazo esperado que el dueño espera usar su vivienda antes de revenderla. Este horizonte de tiempo es típicamente un número entre 6 a 12 años; así que nuevamente, no parece apropiado pegar los pronósticos anuales de la inflación de los precios en la fórmula del costo a usuarios. Una vez que usamos los pronósticos anualizados de la tasa de inflación esperada en los precios sobre un periodo más largo de tiempo, la volatilidad en la fórmula ex-ante del costo a usuarios se desvanecerá o cuando menos quedará muy disminuida”.*

Diewert (2006b) prosigue y hace la siguiente sugerencia:

*“[...] quizá el costo de oportunidad “correcto” de la vivienda para el dueño ocupante no sea su costo interno al usuario sino el máximo del costo interno al usuario al que la propiedad pueda ser rentada en el mercado de las rentas. Después de todo, el concepto de costo de oportunidad se supone que representa el máximo sacrificio que uno hace con objeto de consumir o usar algún objeto y así el punto anterior parece que lo sigue. Si este punto de vista es aceptado, entonces a ciertos puntos en el*

*ciclo de la propiedad, los costos del usuario reemplazarían las rentas del mercado como el concepto de precio “correcto” para la vivienda del dueño ocupante, el cual podría afectar dramáticamente los índices de precios al consumidor y la conducta de la política monetaria.”*

Hasta la fecha, esta sugerencia no ha sido probada y por lo tanto no se establece ninguna recomendación en esta *Manual*. Sin embargo, el argumento es conceptualmente válido y encaja en la noción amplia del costo a usuarios como el costo de oportunidad de los dueños usuarios de los bienes de capital. Se debe llevar a cabo investigación para proporcionar mayor evidencia y discusión sobre la propuesta de Diewert.

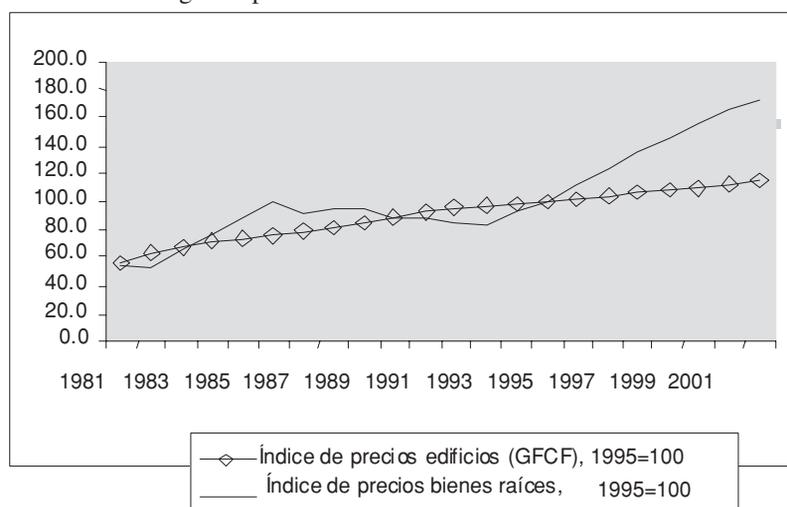
#### Caja 14. Valoración de estructuras en Dinamarca

Un factor clave en las estimaciones del MIP del stock neto a precios corrientes son los índices de precios. A menudo los índices de precios para los *activos nuevos* (GFCF, siglas en inglés) son usados para determinar el desarrollo de los precios para los *activos existentes* en el stock. Sin embargo, esto podría ser problemático, como se muestra en el siguiente ejemplo para Dinamarca.

En *Estadística de Dinamarca*, el método para estimar el valor del capital fijo para los edificios es adoptar los costos acumulados implicados en la construcción de edificios como base (GFCF), y subsecuentemente registrar el valor sobre el tiempo para reflejar el desgaste ordinario y la obsolescencia técnica (consumo de capital fijo). Similarmente, una revaloración se lleva a cabo, debido al cambio en los precios. Los cambios en los precios son medidos por los cambios en los precios de adquisición de los *activos nuevos*.

Sin embargo, un problema se presenta, cuando los llamados valores calculados de los edificios se combinan con la información basada en una fuente estadística diferente en conexión con el desarrollo de los balances, *Estadística de Dinamarca* calcula el valor de la tierra a precios de mercado. Esto es hecho mediante la sustracción del valor de los edificios a partir del valor combinado de los bienes raíces (edificios y tierra) con base en los precios de mercado observados para las propiedades realmente comercializadas.

Durante la recesión de fines de los 1980s, los precios de los bienes raíces decrecieron mientras que los precios de adquisición para los edificios nuevos se incrementó como se muestra en la figura de abajo. En las estimaciones del MIP del stock de capital neto de los edificios, se supuso que los precios de los edificios existentes (para una edad dada) seguían los precios de los edificios nuevos que crecieron continuamente. Con los precios decrecientes de los bienes raíces y los precios crecientes para los edificios, el residual – el valor de la tierra – decreció. Sin embargo, el decremento fue tan grande que el valor de la tierra se volvió negativo para los años durante la recesión. Un valor negativo para la tierra no es un resultado económicamente significativo.



Nota: Los índices de precios para los bienes raíces se calculan con base de todas las propiedades comercializadas en un año dado, mientras que los índices de precios de los edificios comprenden todo el stock de edificios. Aunque podría haber algunos efectos de composición, es indisputable que el desarrollo del precio para las propiedades y edificios reales se mueva diferentemente sobre el tiempo.

Una posible razón detrás del problema con los valores negativos de la tierra podría yacer en la valoración del MIP de los edificios existentes y del uso de índices de precios para los activos nuevos. Si los precios para las propiedades reales están decreciendo por un largo periodo de tiempo, no es necesariamente creíble suponer que los precios de los edificios existentes sigan el sendero del incremento en los precios de la construcción para los nuevos edificios. Una explicación podría ser la heterogeneidad de los edificios – las nuevas viviendas podrían tener diferentes características de las de los bienes raíces reales que hayan sido intercambiados en el mercado. Consecuentemente, el índice de precios para los nuevos edificios podría no ser representativo de los movimientos en los precios del stock de viviendas como un todo. Otra razón para la aparente sobrevaloración de las estructuras existentes podría yacer en los patrones de la depreciación y de los servicios empleados en el MIP.

Una forma de avanzar sería usar los precios de los activos del mercado de segunda mano, combinados con las características de calidad de los bienes raíces intercambiados. Esto podría ayudar a identificar los movimientos en los precios, mejorar la calidad de las tasas de la depreciación y tratar hasta cierto grado con la heterogeneidad de las propiedades comercializadas. La información resultante podría entonces ser usada en el MIP. Esta es una tarea muy difícil, pero podría ser necesaria si se produjesen estimaciones confiables y consistentes para el valor de los edificios, la tierra y las propiedades reales. El problema con el desarrollo diferente de los precios para los activos nuevos y usados puede en principio aplicarse para todo tipo de activos fijos aunque el problema es probable que sea más pronunciado para los activos más heterogéneos, que tienen largas vidas útiles, y donde haya mercados de segunda mano bien establecidos.

## 18.2. Existencias

### 18.2.1. Existencias como fuentes de servicios de capital

Las existencias son producidos pero no los activos fijos y ellos juegan una función doble en las cuentas nacionales. Primero, las existencias o más bien el cambio en las existencias son un componente de la demanda. Como uno de los componentes más volátiles del PIB, el cambio en existencias tiende a ser un determinante importante en las variaciones del crecimiento del PIB y existen un sinnúmero de problemas conceptuales y empíricos asociados con la medición de los cambios nominales y reales en las existencias. Por ejemplo, ha habido un debate de cómo derivar las mediciones anuales del cambio en las existencias a partir de las mediciones mensuales o trimestrales. Existen además diferentes maneras de tratar con las pérdidas y ganancias retenidas. Segundo, y más reciente, las existencias han sido también reconocidas como activos que proveen servicios de capital. Consecuentemente, ellos deben estar dentro del ámbito de los activos que son considerados para la medición de los precios y volumen de los servicios de capital. Nuevamente se presentan varios problemas teóricos y prácticos. La discusión en esta sección tratará principalmente con las existencias como fuentes de servicios de capital. Pero, desde luego, estas cuestiones no están aisladas de los problemas que se presentan cuando se trata de medir el cambio en existencias como un componente de la demanda.

De acuerdo con el SCN, las existencias comprenden (i) *materiales y suministros*, que se mantienen en existencias con la intención de usarlos como insumos intermedios en la producción; (ii) *bienes terminados*, p.e. productos esperando la venta del productor; (iii) *bienes comprados para reventa*, por los minoristas y mayoristas; (iv) *trabajo en proceso*, p.e. producto que no está terminado todavía e incluye activos cultivados. Harrison y Aspden (2005) mencionan una quinta categoría, reservas estratégicas.

¿Proveen las existencias servicios de capital? Mientras que es generalmente aceptado que las existencias constituyen una forma de capital la cuestión acerca de que si las existencias proveen servicios de capital amerita una inspección más cercana. Consideraremos los diferentes tipos de existencias en turno: (i) los materiales y suministros, se mantienen en existencias con la mira de asegurar un proceso de producción suave – el servicio de capital que ellos proveen es por tanto, la seguridad de la oferta de insumos para la

producción. Los costos de estos servicios incluyen los costos de oportunidad del dinero invertido en los bienes almacenados así como también los costos directos del almacenaje; (ii) bienes terminados, un stock de bienes terminados provee la seguridad de la oferta de productos de la producción así que los productores pueden tratar con la demanda que varía a través del tiempo. Un punto similar se puede hacer para (iii) bienes para reventa – un stock adecuado de bienes comprados por los minoristas y los mayoristas es necesario para asegurar que los servicios de distribución pueden ser proveídos por estas industrias. Finalmente, (iv) trabajo en proceso, si el proceso de producción es desagregado en pequeños pasos uno puede pensar del trabajo en proceso en existencias al principio de cada paso como un insumo en el proceso de producción del siguiente paso, proveer el servicio de capital<sup>41</sup>.

El razonamiento de arriba estuvo basado en la posesión planeada o voluntaria de existencias. Existe un argumento de que las existencias se mantienen involuntariamente, tales como, el almacenamiento de bienes terminados debido a una inesperada caída de la demanda, que no proveen servicios de capital. Este es un punto válido aunque uno que no está restringido a las existencias como subutilización de los activos fijos que es a menudo involuntaria. Sin embargo, dadas las dificultades empíricas para aislar voluntaria e involuntariamente el mantenimiento de las existencias, sería irreal recomendar un tratamiento diferente. Como esto parece razonable supone que en promedio la mayor parte de las existencias están planeadas, se ha recomendado para propósitos prácticos tratar los servicios de capital de las existencias como un todo, sin excluir las existencias que son mantenidos involuntariamente.

### 18.2.2. Medición de las existencias

El stock de existencias, como el de los demás activos registrados en el balance, deben de ser valuados a los precios prevalecientes en las fechas en que se realiza el balance. Las transacciones que implican existencias son, en principio, tratadas también de la misma manera que las transacciones que implican cualquier otro activo, p.e. a los precios al momento de que ellos se llevan a cabo. Más precisamente, los bienes que entran al inventario deben ser valuados al precio básico promedio del periodo contable durante el cual ellos son añadidos a los stocks y los bienes retirados del inventario deben ser valuados a precios básicos promedio del periodo contable durante el cual ellos son retirados. Entonces, el valor del cambio en el inventario dentro de un periodo contable específico está dado por la diferencia entre las adiciones y los retiros de las existencias, corregidos para cualesquiera pérdidas recurrentes. Una consecuencia de este cálculo es que el valor de los cambios en las existencias no refleja las pérdidas o ganancias retenidas que se llevan a cabo mientras las empresas mantienen el inventario<sup>42</sup>.

A menos que se mantengan registros de las cantidades de los bienes que entran y salen de las existencias y de sus precios en esos momentos, no es posible medir el valor de los cambios en existencias directamente. Muchos países miden los cambios en existencias usando el “método de cantidad”, basado en la diferencia de los stocks de existencias al inicio y al final del periodo contable. El SCN 1993 (párrafo 6.68) observa sobre este método:

*“Este método puede ser descrito como la medición de “cantidad”, es ampliamente usado en la práctica y a veces es incorrectamente considerado como una medida teóricamente adecuada bajo*

<sup>41</sup> Esto se vincula con los enfoques “austriaco” o “neo-austriaco” de la producción formulado por Hicks (1973): “Como Böhm-Bawerk (o Hayek) yo creo que el proceso general de producción está compuesto de un número (presumiblemente un gran número) de procesos elementales separados. [...] usaremos un proceso elemental que convierta una secuencia (o corriente) de insumos en una secuencia de productos.” (pp. 5). Hicks entonces trata los bienes de capital como insumos intermedios de un proceso elemental.

<sup>42</sup> Existen excepciones, incrementos (esperados) en el valor (real) de los bienes que son mantenidos deliberadamente en almacenamiento, tales como, cultivos o vino que son reconocidos como un valor de producción, no como ganancias retenidas (ver Aspden y Harrison (2005) para un debate.

*todas las circunstancias. La calidad de medición será la misma, o virtualmente la misma, como la del método de inventario permanente no sólo cuando los precios son constantes sino cuando las cantidades de bienes mantenidos en existencias aumentan o disminuyen a un paso constante a través del periodo. En contraposición, las condiciones bajo las cuales la medición de la cantidad puede proveer solamente una pobre aproximación al MIP es cuando los precios están aumentando o disminuyendo y cuando los niveles del inventario fluctúan dentro del periodo contable.”*

A pesar de sus limitaciones potenciales, el método cuantitativo es ampliamente usado. La secuencia típica de los cambios de existencias es como sigue: Primero, la información acerca de los niveles de existencias de cierre y de apertura es obtenido de las empresas. Como el valor en libros de las empresas no refleja normalmente el inventario al momento de abrir o cerrar el balance, estos valores en libros tienen que ser ajustados y deflactados para obtener las estimaciones a precios constantes que puedan ser diferenciados. La deflación es típicamente llevada a cabo usando índices de precios de productor para las principales industrias (industrias manufactureras, servicios al mayoreo y al menudeo).

Dados los niveles de existencias a precios (constantes) del periodo de referencia al inicio y al final del periodo contable en consideración, el cambio de precios constantes en las existencias es obtenido por la diferencia en los stocks al inicio y al final del periodo, y mediante la sustracción de las pérdidas y las ganancias. La diferenciación es hecha al nivel más detallado posible, y el paso final, los cambios en existencias expresados a precios corrientes se obtienen mediante la valoración de cada componente del cambio en existencias por el nivel de precios promedio del periodo en consideración.

Un problema que se presenta en este contexto, y que ha sido subrayado por Diewert (2005c) es que las técnicas estándar de los números índice se averían cuando se aplican a valores que pueden ser positivos o negativos como podría ser el caso de los cambios en las existencias. Más específicamente, cuando el volumen agregado de los cambios en existencias derivado del método cuantitativo especificado arriba es dividido en el correspondiente valor agregado, se pueden presentar índices de precios implícitos insignificantes. Diewert propone aplicar por separado la fórmula del número índice a los stocks de apertura y a los de cierre (que por definición toman valores no negativos nada más). Sólo en el siguiente paso de agregación, junto con los demás componentes de la demanda, podrían juntarse los stocks de apertura y de cierre. Mientras que la ventaja de este procedimiento es tener índices de precios implícitos significativos para cada componente del cambio en las existencias (stock de apertura y de cierre), la desventaja es la de una presentación algo inusual.

Habiendo descrito brevemente algunos problemas relacionados con la estimación de los cambios en las existencias, podemos ahora dedicarnos a la medición de los servicios de capital a partir de las existencias. Sobre una base puramente conceptual, existe cuando menos una particularidad para los servicios de capital. Aunque un inventario de un tipo particular de bienes es tratado como si este fuese el stock de un activo en particular, este es de hecho, un flujo renovable perpetuamente de más o menos bienes idénticos que constituyen el stock del inventario. Es difícil de ver cómo, aún en teoría, se puede hacer una distinción entre los perfiles edad-precio y edad-eficiencia de un stock de existencias. La noción de edad es en sí misma difícil de capturar en el caso de las existencias a menos que uno razone en términos de rotación promedio de existencias o la velocidad a la cual un inventario es renovado. Bajo la luz de esta dificultad, la distinción ente el stock de riqueza y el stock productivo de un tipo particular de inventario no es útil y por lo tanto será dejado de lado para propósitos prácticos.

Varios otros problemas empíricos se presentan. Es aparente que el método del inventario permanente como es usado para otros activos no es normalmente usado para las existencias porque los stocks de los servicios de capital son usualmente obtenidos directamente de las encuestas de las empresas. Además, la fórmula estándar del costo a usuarios puede ser aplicada a los servicios de las existencias y se vuelve relativamente

simple, en particular cuando la depreciación es ignorada. Si la depreciación es positiva, esta tiene que corresponder a las pérdidas recurrentes o fugas de las existencias.

Utilizando la notación estándar en el presente *Manual*, e ignorando la depreciación, el valor de los servicios de capital para un tipo particular de inventario  $k$  durante el periodo  $t$ ,  $U^{1,k,t}$  sería calculada como:

$$\begin{aligned}
 (31) \quad U^{1,k,t} &= r_{(tB)} P_0^{k,tB} [I^{k,t}/2 + W^{k,tB}] - i_{(tB)}^k P_0^{k,tB} W^{k,t} \\
 &= r_{(tB)} P_0^{k,tB} [(W^{k,tB} - W^{k,tE})/2 + W^{k,tB}] - i_{(tB)}^k P_0^{k,tB} W^{k,t} \\
 &= P_0^{k,tB} [r_{(tB)} - i_{(tB)}^k] W^{k,t}.
 \end{aligned}$$

En la expresión de arriba, la fórmula de “cantidad” para la medición del cambio en las existencias ha sido aplicada para medir  $I^t = [W^{tB} - W^{tE}]$  como la diferencia entre el balance de apertura y el de cierre. El valor del costo a los usuarios es medido entonces como la tasa de retorno nominal menos el cambio de precios en las existencias multiplicado por el precio al inicio del periodo  $P_0^{tB}$  y el inventario promedio en el periodo  $t$ ,  $W^{k,t}$ . A diferencia de la medición de los cambios en existencias donde la agregación a través de los tipos de existencias presenta problemas cuando algunos volúmenes son negativos, este problema no se presenta en el contexto de la medición de los servicios de capital porque sólo los stocks promedio pero no su cambio entran en la escena<sup>43</sup>.

El debate de las existencias y los servicios de capital asociado con ellos se ha glosado sobre muchas dificultades que se presentan en su implementación, en particular cuando se trata de las mediciones trimestrales del cambio en existencias y su relación con las mediciones anuales. Para una descripción el lector es referido a Bloom, Dippelsman y Machle (2001), Reinsdorf y Ribarsky (2007) y Ehemann (2005).

### 18.3. Recursos naturales excepto la tierra

Además de la tierra, los activos naturales incluyen activos del subsuelo tales como, reservas de petróleo, recursos no cultivados biológicos tales como bosques naturales y recursos acuíferos. Dependiendo de la estructura económica del país, estos activos pueden jugar funciones más o menos importantes en la composición de la riqueza y en la contribución de los servicios de capital. El dominio de los recursos naturales constituye también un vínculo mayor al área de contabilidad medioambiental. Cómo este vínculo puede ser establecido y cómo los recursos naturales deben ser valuados y medidos es tratado con bastante detalle en el 2003 *International Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting* (United Nations et al. 2003), al cual es referido el lector. Sin embargo, nosotros observamos que este Handbook de 2003 está actualmente en revisión por el London Group on Environmental Accounting a cuyo trabajo es referido el lector para futuros desarrollos<sup>44</sup>. Por lo tanto, esta sección tratará sólo con la mención de un número limitado de puntos asociados con los recursos naturales.

**Terminología.** La formación de capital ocurre sólo en conjunción con los activos producidos. Los ítems correspondientes para los activos no producidos en los balances del SCN son de “aparición económica” (p.e. descubrimientos probados de yacimientos petroleros), y de “crecimiento natural de los recursos biológicos no cultivados” (p.e. crecimiento natural del stock de peces silvestres). Ellos constituyen adiciones al stock de activos. En contrapartida, puede haber una desaparición económica, así como “pérdidas catastróficas”, por ejemplo, la destrucción de un bosque natural por una tormenta. El “agotamiento” es el ítem para los recursos naturales que corresponde al “consumo de capital fijo” o a la

<sup>43</sup> Ver Diewert (2005a) para un enfoque comprensivo sobre la medición de los servicios de capital de las existencias y de los cambios en las existencias.

<sup>44</sup> Ver <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/>

“depreciación” para los activos producidos. Los precios y volúmenes de los servicios de capital existen para todo tipo de activos usados en la producción. El valor de los servicios de capital para los recursos naturales ha sido llamado también “renta del recurso”.

**Servicios de capital.** Los recursos naturales usados en la producción son fuentes de servicios de capital y el ingreso bruto total devengado por el capital (excedente bruto de operación más la parte del capital del ingreso bruto mixto) puede ser asignado a través de diferentes activos, incluyendo los recursos naturales. Cómo se hace esto, ha sido descrito antes, en particular en la Sección 16.1.3 la Figura 13 abajo presenta diagramáticamente la relación entre el tratamiento de los activos producidos y los no producidos, p.e. principalmente recursos naturales. La figura distingue los servicios de capital de los activos producidos de los servicios de capital de los recursos naturales y de otros activos no producidos, no financieros. Esta muestra el total del ingreso de capital que puede ser asignado de manera simétrica entre estos amplios tipos de activos. Se debe observar que la figura refleja la versión *ex-ante* de la medición de los servicios de capital. Una versión *ex-post*, endógena existe así como también en cuyo caso no habría beneficios o pérdidas residuales, pero con toda probabilidad una renta del recurso más volátil. También en una versión simplificada, la revaloración real (esperada) de los activos podría ser fijada igual a cero como se describió en el Capítulo 16.

**Valoración de stocks.** Los principios para la valoración de activos en el SCN se aplican igualmente a los activos producidos y no producidos. Si es posible, los precios de mercado han de ser usados. A menudo, los precios de mercado no existen para los recursos naturales y el valor presente neto de los beneficios futuros devengados por mantener o usar el activo constituye la siguiente mejor solución para ponerle un valor al activo en la hoja de balance. Sin embargo, observe que dicho enfoque requiere, entre otras cosas, de información acerca del flujo de ingresos esperado del recurso, p.e. del valor de los servicios de capital derivados del activo. Las condiciones de un contrato existente entre el dueño de un campo petrolero (p.e. el gobierno) y la corporación que lo explota pueden constituir una fuente de información sobre los ingresos del recurso. El Manual de Cuentas Económico Ambientales Integradas, describe un número de métodos empíricos para la valoración de los stocks de los recursos minerales y energéticos y para los recursos biológicos cultivados y no cultivados (Naciones Unidas et al. 2003).

En la práctica, las cosas son más complicadas. Una dificultad se presenta con la estimación y valoración del stock de los activos del subsuelo. Aquellos países de la OCDE que presentan estimaciones de los activos del subsuelo (Canadá, Corea, Holanda, México, Noruega y el Reino Unido) cinco utilizan el método del valor presente neto para derivar una medición del stock de los activos del subsuelo. En el presente *Manual*, la relación del valor presente neto o de la condición del precio de equilibrio ha figurado prominentemente como el punto de partida teórico para derivar expresiones consistentes de los precios del costo a usuarios y de los patrones precio–edad y edad–eficiencia. Sin embargo, la condición del valor presente neto no ha sido usada normalmente para valorar los activos – al menos los precios de los activos nuevos son observables directamente a partir de los mercados de los bienes de inversión y no necesitan ser estimados. Esto es diferente para los activos del subsuelo. Típicamente, no existe un mercado de precios para los campos petroleros o las reservas de carbón. El precio del *petróleo extraído* o del *carbón extraído* no es aplicable porque se relaciona con un bien diferente. Lo que se requiere es el valor del petróleo o del carbón *antes* de su extracción. La relación del valor presente neto constituye una avenida hacia la estimación del valor del activo del subsuelo sin desarrollar. Esto consiste en el descuento del flujo esperado de los beneficios netos que el activo proveerá a su dueño.

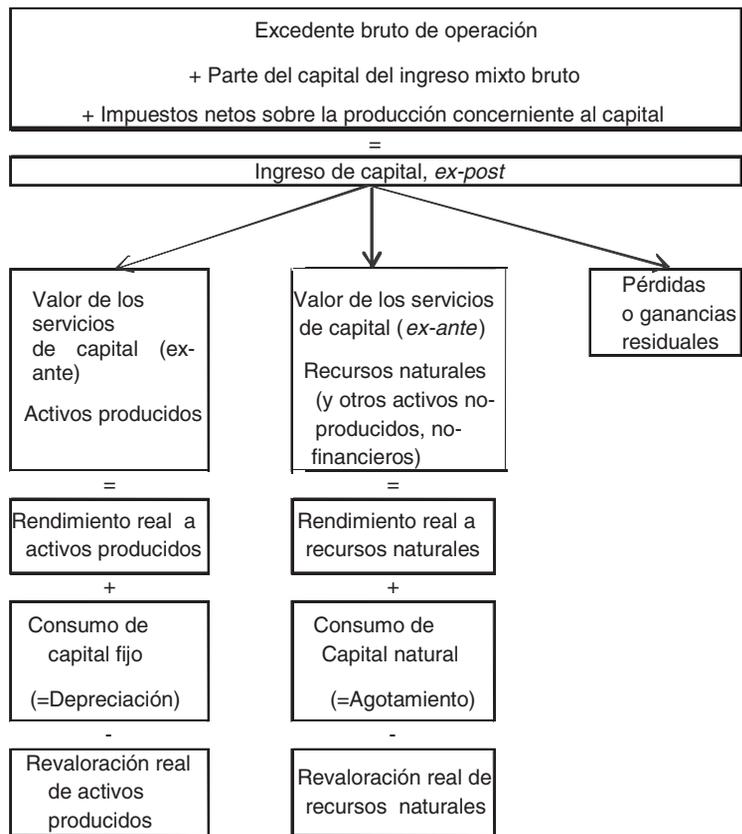
Por ejemplo, en Holanda (ver Veldhuizen, Graveland, van den Bergen and Schenau 2008), el método del valor presente neto es usado para descontar los ingresos futuros esperados, los cuales están basados en un escenario de extracción física y de un ingreso esperado del recurso a partir de los activos de petróleo y gas. El ingreso del recurso es calculado como el excedente bruto de operación menos el costo del usuario del

capital, excepto los activos del subsuelo de la industria de extracción de petróleo crudo y gas. Comparado con el enfoque mostrado en la figura 13, el cálculo holandés para el valor de los servicios de capital de los recursos naturales es por lo tanto un enfoque *ex-post*. No existe beneficio o pérdida residual por arriba y más allá del valor de los servicios de capital para los activos producidos y para los recursos naturales. Un promedio ponderado de 3 años es usado para estimar el ingreso esperado unitario del recurso. El flujo futuro del ingreso es calculado por la multiplicación de la proyección de la extracción física anual con el ingreso esperado por unidad de reservas. La medición significativa y totalmente consistente de los servicios de capital de las reservas de petróleo y de carbón y las estimaciones robustas del valor de los stocks de petróleo y gas no son fácilmente garantizadas bajo este método como lo demuestra la experiencia holandesa.

Para tratar con la incertidumbre implicada en la estimación de los valores de los activos del subsuelo, Canadá emplea varios métodos, el método del valor presente neto y el método del precio neto. Además, existen dos cálculos alternativos bajo el método del precio neto: uno sin retorno del capital y otro con una tasa de retorno del 4.25%. El método del precio neto valora el stock de los activos del subsuelo mediante la corrección del precio del recurso fuera del suelo por el valor de los servicios de extracción, típicamente en la forma de los costos de extracción, desarrollo y exploración.

Para resumir, la valoración de los activos del subsuelo, la medición consistente de los ingresos de un recurso y los servicios de capital sigue llena de un sinnúmero de dificultades conceptuales pero principalmente empíricas. Sería importante avanzar en estos problemas nacional e internacionalmente.

**Figura 18.1 Ingreso de capital, activos producidos y recursos naturales**



#### 18.4. Impuestos y costo a usuarios

Los impuestos y subsidios entran en la medición del capital de varias maneras. Un primer caso es en el contexto de la determinación del valor de los servicios de capital; un segundo caso es en el contexto de la determinación del costo unitario del capital y la tasa de retorno después de impuestos. Un principio general para el tratamiento de los impuestos y los subsidios en conjunción con la medición de los servicios de capital, una perspectiva del dueño o del dueño-usuario del bien de capital debería ser aplicado. Cómo es aplicado este principio para las dos instancias en que los impuestos entran en juego es descrito en la presente sección.

##### 18.4.1. Impuestos y valor de los servicios de capital

El valor agregado bruto para una industria en particular o para un sector en particular comprende los siguientes elementos:<sup>45</sup>

- Compensación de empleados (comprende sueldos y salarios y las contribuciones sociales a los empleados)
- Otros impuestos a la producción

<sup>45</sup> En las cuentas nacionales, estos ítems se muestran en la cuenta de la generación del ingreso.

- Otros subsidios a la producción
- Excedente bruto de operación (para las empresas incorporadas)
- Ingreso bruto mixto (para las empresas no incorporadas propiedad de los hogares)

El excedente bruto de operación y el ingreso bruto mixto son ítems residuales, obtenidos después de deducir la compensación de los empleados y los impuestos netos sobre la producción del valor agregado. Ellos miden el excedente o déficit devengado de la producción antes de tomar en cuenta el interés, la renta o cargos similares. “Otros” impuestos sobre la producción consisten principalmente de impuestos sobre la propiedad o por el uso de la tierra, los edificios u otros activos usados en la producción o en el trabajo empleado, o la compensación pagada a los empleados<sup>46</sup>. Otros subsidios a la producción son los pagos recibidos sobre los mismos ítems. Cuando los componentes de “otros” impuestos y subsidios a la producción son conocidos, es posible en principio identificar aquellos componentes que se relacionan con el trabajo como un insumo para la producción (p.e. impuestos a la nómina) y de aquellos componentes que se relacionan con el capital (p.e. impuestos a la propiedad). Aquellas partes de otros impuestos netos que no se pueden asignar ni al activo de capital ni al trabajo tienen que ser distribuidos de acuerdo con una simple regla, por ejemplo en proporción a las participaciones de los activos.

Los pagos totales que una corporación tiene que tener a mano para el trabajo son entonces la compensación de los empleados más la parte de los impuestos netos sobre la producción que corresponden al trabajo. Similarmente, el ingreso total del capital en la corporación es el excedente bruto de operación más aquellas partes de los impuestos netos sobre la producción que conciernen al capital. Para las empresas no

**Las mediciones del costo a usuarios sigue la perspectiva del productor. Así, los impuestos deben ser parte del costo de los insumos. Por la misma razón, los impuestos sobre los productos que conciernen al producto de la firma son excluidos de las mediciones del producto. En términos de las cuentas nacionales, el producto es valuado a precios básicos y los insumos son valuados a precios de productores**

incorporadas propiedad de los hogares el ingreso bruto mixto tiene que ser también dividido en un componente del trabajo y otro del capital. Así, el ingreso *ex-post*<sup>47</sup> del capital *antes de impuestos* es la suma del excedente bruto de operación, la parte del capital del ingreso bruto mixto y la parte del capital de otros impuestos netos sobre la producción. Esta es la perspectiva requerida del productor porque al alquilar el capital y el trabajo, los impuestos relevantes sobre la producción son factorizados por el productor.

Otro problema en conjunción con los impuestos a la producción necesita mencionarse aquí. De acuerdo con el SCN 1993, los impuestos sobre la producción comprenden los impuestos sobre los productos y otros impuestos sobre la producción. El SCN especifica además que:

*“... en la cuenta de la generación del ingreso, los impuestos a las importaciones son registrados nada más a nivel del total de la economía ya que ellos no son pagaderos del valor agregado de los productores domésticos. Además, al nivel de una unidad institucional individual o sector, sólo aquellos impuestos sobre los productos que no hayan sido deducidos del valor del producto de esa unidad o sector necesitan ser registrados bajo “usos” en la cuenta de la generación del ingreso*

<sup>46</sup> Sistema de Cuentas Nacionales 1993, párrafo 7.49.

<sup>47</sup> En esta formulación general, el ingreso *ex-post* del capital puede tener dos componentes: una remuneración de los servicios de capital que corresponde al valor de los servicios de capital más un componente residual en la forma de beneficios puros o de pérdidas que se presentan como consecuencia de eventos no anticipados. *Ex-ante*, el ingreso esperado o normal del capital correspondería al valor de los servicios de capital. Ver también la descripción sobre las tasas de retorno *ex-ante* y *ex-post* en este *Manual*.

*(párrafo 7.52). En consecuencia, ningún impuesto o subsidio a los productos que vayan a ser registrados como pagaderos o por cobrar en la cuenta de la generación del ingreso del productor cuando el valor agregado es medido a precios básicos. De esto sigue que el ítem “impuestos menos subsidios a la producción” se refiere nada más a otros impuestos y subsidios sobre la producción”. (Párrafo 7.7).*

Estas citas explican porque, a nivel individual en industrias o sectores, sólo otros impuestos netos a la producción figuran como un componente del valor agregado y sólo la parte relevante del capital de aquellos debe ser considerado ingreso de capital. A nivel de toda la economía, todos los impuestos y subsidios a la producción se muestran como un componente del valor agregado. Para medir el ingreso de capital a nivel de la economía total, se debe preservar la consistencia con las medidas del ingreso de capital a nivel industria. Así, como también al nivel de la economía total, los impuestos a los productos no deben de ser incluidos en el ingreso de capital.

#### *18.4.2. Impuestos y el precio de los servicios de capital*

Los parámetros de los impuestos juegan también una parte por lo que se refiere a las medidas para el precio de los servicios de capital. Desde la perspectiva analítica, es útil entender el impacto de diferentes impuestos sobre el nivel y la estructura de los precios de los servicios de capital. Típicamente, los diferentes tipos de impuestos no son neutrales con respecto al tipo de propiedad de los bienes de capital (cuando, por ejemplo, las corporaciones son grabadas diferentemente a las empresas no incorporadas o a los hogares), la industria en la cual los bienes de capital son usados (cuando existen provisiones para la depreciación acelerada para ciertos tipos de activos). Los impuestos se pueden introducir una cuña entre los precios relativos de los diferentes tipos de servicios de capital. Dichas diferencias afectan a los productores y como el objetivo de medir los precios de los bienes de capital es para emular tan cercanamente como sea posible las señales de los precios que los dueños/usuarios reciben, la consideración de los parámetros de los impuestos en la medición de los costos unitarios al usuario tienen importancia analítica. La estructura teórica y la primera implementación completa de los costos del usuario ajustados a los impuestos fue de Christensen y Jorgenson (1969) quienes proporcionaron evidencia para los EE.UU. Un reciente estudio comprehensivo de los impuestos y sus efectos sobre los costos del usuario y la inversión es Jorgenson y Yun (2001).

Antes de ahondar más en el ajuste fiscal de los precios de los servicios de capital, algunos puntos generales se deben considerar:

- La implementación completa de los costos del usuario unitarios ajustados fiscalmente requiere de información sobre los parámetros de los impuestos clasificados transversalmente por industria, activo y sector institucional. Por ejemplo, los impuestos relacionados con el ingreso son típicamente diferenciados por unidad institucional pero no por industria. Así, para construir mediciones consistentes ajustada a los impuestos de los costos del usuario por industria, tienen que haber información acerca de la composición del capital de la industria en términos de unidades institucionales. En la práctica, la inversión clasificada transversalmente y los datos de capital por industrias y sectores no está disponible fácilmente. También, el ingreso de propiedad en una industria tiene que ser dividido entre el ingreso del sector corporativo, el ingreso de las empresas no incorporadas propiedad de los hogares (lo que implica dividir el ingreso mixto por industria) y, posiblemente de otras unidades institucionales tales como las organizaciones no lucrativas.
- Los códigos fiscales son complejos, y las reglas fiscales entre los países, a veces dentro de los países, entre grupos de individuos y a través del tiempo. El ajuste de los costos del usuario a los parámetros fiscales son por lo tanto, a menudo aproximaciones más que representaciones exactas de las estructuras fiscales. Esto no es necesariamente un problema porque el propósito de el ajuste

fiscal a los precios de los servicios de capital es para traer los aspectos cuantitativos más importantes de los impuestos o subsidios que pueden afectar el costo del insumo de capital y a las tasas de retorno después de impuestos. A manera de ejemplo, se describirán dos parámetros abajo: las tasas fiscales sobre el capital y los impuestos a los beneficios. Dejaremos de lado la interacción entre los impuestos al ingreso de los hogares y los impuestos a los beneficios corporativos porque esta interacción requiere del conocimiento sobre las estructuras financieras y las políticas de dividendos de las corporaciones<sup>48</sup>.

Con las observaciones anteriores en mente, nos turnamos a la medición de la tasa fiscal efectiva sobre el capital de una corporación. En la Sección 18.4.1 se ha establecido que, para una industria como un todo, el ingreso *ex-post* devengado al capital, antes de impuestos, es medido como excedente bruto de operación, incluyendo la parte del capital del ingreso bruto mixto ( $G^t$ ) más aquellos impuestos netos sobre la producción que se relacionan al capital ( $T_K^t$ ). Cuando se trata del ajuste fiscal, los productores corporativos tienen que ser considerados por separado de otras unidades institucionales, por ejemplo, de los hogares. Para la presentación a mano, nos enfocamos en los productores corporativos. Consecuentemente, el ingreso mixto puede ser ignorado y  $G^t$  está para el excedente bruto de operación nada más. En la Sección 16.1 una descripción fue presentada de cómo las tasas de retorno endógenas *ex-post*, son calculadas sin considerar los impuestos y por simplicidad se repite la fórmula aquí:

$$(32) \quad G^t + T_K^t = \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} (1 + \rho^t) [r^{t*} + \delta_0^k (1 + i^{k,t*}) - i^{k,t*}] K^{k,t}$$

La tasa real de retorno  $r^{t*}$  es la tasa de retorno *antes* de impuestos. Cuando los parámetros de los impuestos son reconocidos explícitamente en el cálculo del costo a usuarios, la tasa de retorno resultante será una tasa de retorno *después de impuestos*. Para muchos propósitos analíticos, dicha tasa después de impuestos es más interesante que la tasa antes de impuestos. Para calcular esta tasa de retorno real ajustada fiscalmente ( $r_a^{t*}$ ), la fórmula de arriba es ajustada por los parámetros fiscales, y tres<sup>49</sup> de ellos serán usados aquí: la tasa fiscal efectiva sobre los insumos de capital ( $t_K^{k,t}$ ), la tasa fiscal efectiva de los impuestos sobre los beneficios corporativos ( $t_P^t$ ) y el valor presente de la depreciación relacionada con los impuestos ( $z^{k,t}$ ). La tasa fiscal sobre los insumos de capital y el parámetro de la depreciación pueden ser específicos para un activo en particular y haber recibido por lo tanto el subíndice “k”. La tasa fiscal sobre los insumos de capital está expresada como porcentaje del valor del stock productivo del activo k,  $K^{k,t}$  aunque es posible establecer otra fórmula:

$$(33) \quad G^t + T_K^t = \sum_{k=1}^N [(1 - z^{k,t} t_P^t) / (1 - t_P^t)] \{ P_0^{k,tB} (1 + \rho^t) [r_a^{t*} + \delta_0^k (1 + i^{k,t*}) - i^{k,t*}] K^{k,t} \} + \sum_{k=1}^N t_K^{k,t} P_0^{k,t} K^{k,t}$$

Para resolver esta expresión para la tasa de retorno después de impuestos  $r_a^{t*}$  es necesario saber las tasas efectivas  $t_K^{k,t}$  y  $t_P^t$  y el valor de  $z^{k,t}$ . Para calcular el primer parámetro, el pago total de “otros impuestos sobre la producción” que conciernen a un insumo de capital en particular k ( $T_K^{k,t}$ ) es dividido<sup>50</sup> por el valor del stock productivo de este activo en particular:  $t_P^{k,t} = T_K^{k,t} / (P_0^{k,t} K^{k,t})$ .

<sup>48</sup> Esta interacción fue tratada por primera vez por Hall (1981).

<sup>49</sup> Ya ha sido mencionado que tratamientos más elaborados del sistema fiscal son posibles y útiles pero dicha exposición iría más allá del alcance de este *Manual* por lo que el lector es referido a la literatura especializada, en particular Jorgenson y Yun (2001).

<sup>50</sup> Esta operación implica que  $T_K^t = \sum t_K^{i,t} W^{i,t}$  y el término  $T_K^t$  pueda ser quitado del lado izquierdo de la ecuación (34) y  $= \sum t_K^{i,t} W^{i,t}$  del lado derecho. Esto no hace que el cálculo de  $t_K^{i,t}$  sea redundante porque el costo a usuarios unitario de cualquier tipo particular de activo contiene todavía este parámetro fiscal específico al activo.

Para el parámetro del impuesto al ingreso  $\tau_p^t$ , información adicional es requerida sobre el total de pagos de los impuestos a los beneficios corporativos que etiquetaremos como  $T_p^t$ . Dado el monto total de impuestos a los beneficios corporativos, la tasa fiscal efectiva promedio sobre los beneficios fiscales es el total de impuestos sobre los beneficios fiscales menos divididos por la base fiscal que ha sido definida aquí como el excedente bruto de operación menos los impuestos al capital menos el impuesto relevante a la depreciación. Observe que en general, el impuesto relevante a la depreciación no es idéntico a la depreciación o al consumo de capital fijo como se han definido en este *Manual* para el propósito de medición del capital. El impuesto relevante a la depreciación refleja las prescripciones del código fiscal que especifican el monto anual deducible del ingreso antes de impuestos. Para el precio de los servicios de capital, el mismo patrón del impuesto relevante a la depreciación es capturado con el parámetro  $z^{k,t}$  que refleja el valor presente del próximo impuesto relevante a la depreciación que reduce la base fiscal. La base teórica para este tratamiento es desde Hall y Jorgenson (1967).

Similar al tratamiento del ingreso al capital corporativo, los parámetros pueden ser introducidos en expresiones de costo a usuarios para los negocios no incorporados. En este caso, la parte del capital del ingreso bruto mixto juega el papel de  $G^t$  y los impuestos al ingreso sobre el ingreso de propiedad pagadero por los hogares juegan el papel de los impuestos a los beneficios corporativos  $T_p^t$ .

Otra palabra de cautela se refiere a la introducción de los parámetros en la expresión del costo a usuarios. Cuando se interpreta por ejemplo las tasas efectivas fiscales a los beneficios de las corporaciones, se tiene que tener en mente que los impuestos al ingreso de las corporaciones son aplicados típicamente al total de los ingresos de las corporaciones de todas las fuentes y no simplemente a los beneficios generados por la producción. Similarmente, los impuestos a los ingresos de los hogares son gravados sobre el total del ingreso declarado o presumido de todos los hogares concernientes a: compensación de empleados, impuesto sobre la propiedad, pensiones, etc. – esto afecta las tasas fiscales marginales y promedio sobre el ingreso de la propiedad.

Aunque de gran valor analítico, existe alguna evidencia para sugerir que el efecto sobre las estimaciones de los servicios de capital al introducir los parámetros fiscales en la estimación del costo a usuarios es pequeña. Baldwin y Gu (2007) encontraron que el efecto de ignorar los impuestos en las estimaciones de los servicios de capital es pequeño tanto para los métodos de la tasa endógena y exógena, particularmente para el método de la tasa endógena.

Para resumir esta sección sobre los impuestos: mientras que es importante y relativamente directo tratar con otros impuestos sobre la producción y asignarlos al trabajo y al capital, la introducción de los parámetros fiscales al ingreso y los relacionados con la depreciación en las expresiones del costo a usuarios es una tarea más compleja. Mientras que es de interés analítico significativo, su implementación requiere de conocimiento institucional e información estadística sobre el sistema fiscal de un país.

### **18.5. Activos usados**

El hecho de que la FBCF implica transacciones en activos usados, que son valuados a menos que los precios de los activos nuevos, causa problemas para la estimación del stock de capital. Suponga, por ejemplo, que la empresa A vende un activo usado a la empresa B. La empresa A reportará la venta al precio actual de mercado y no al precio de “como nuevo” que es requerido para la valoración del stock de capital. Esto significa que la FBCF reportada por la empresa A (sus adquisiciones menos sus disposiciones de activos) será muy grande para usarla en el MIP porque sus disposiciones están valuadas a precios de mercado (bajos) en lugar de a precios “como nuevos” (altos). Al mismo tiempo, la empresa B reportará sus adquisición del activo usado de A al precio actual de mercado que es más bajo que el precio “como nuevo”

requerido para el stock de capital bruto. La FBCF reportada por B (sus adquisiciones menos sus disposiciones) serán muy pequeñas para poder usar el MIP.

Los errores ocasionados por la manera en que A y B reportan las transacciones de un activo usado serán canceladas si los registros de ambas empresas son consolidados porque la sobrevaloración de la FBCF reportada por A se ajusta exactamente con la subvaloración de la FBCF de B. Sin embargo, existen circunstancias en las que no habrá compensación por errores de este tipo:

- Las estadísticas del stock de capital necesitan ser clasificadas por sector institucional y por tipo de actividad. Si las transacciones en los activos usados ocurren entre unidades que están clasificadas en diferentes sectores institucionales o tipos de actividades, se introducirán errores en el sector o distribución de actividad del stock de capital.
- Segundo, los activos usados podrían moverse dentro y fuera de la economía doméstica vía importaciones y exportaciones. Si un activo usado es importado, la adquisición será registrada a valor de mercado corriente del activo y la FBCF será subvalorada para propósitos del MIP. En ningún caso existe compensación de errores porque los otros socios de las transacciones están fuera de la economía nacional.
- Finalmente, los activos usados se pueden mover de usos productivos a usos no productivos. En particular ellos se pueden mover entre los sectores gobierno y el sector hogares. Quizá el ejemplo más común es la venta de vehículos usados por las compañías que rentan autos. En este caso no hay entrada compensatoria para el sobreprecio de la FBCF por las compañías de renta de autos porque la compra de autos usados por los hogares no cuenta como formación de capital.

¿Qué tan importantes son los errores que pudieran introducirse en las estimaciones del stock de capital por las transacciones en activos usados? ¿Y qué se puede hacer respecto a ellos?

Por lo que se refiere a errores en la distribución del stock por sector y actividad, el tamaño del problema depende parcialmente del grado de detalle en la desagregación del sector o actividad que sea usado. Esto sugiere que los países deberían ser modestos en el monto de detalle dado a las actividades en sus estimaciones del stock, cuando menos en las primeras etapas en el desarrollo de estas estadísticas. La importancia del problema depende también del alcance hasta el cual los activos pueden ser usados en diferentes industrias. La mayoría de las plantas y maquinaria son específicas para cada industria pero los edificios a menudo se pueden mover entre sectores y actividades. Una tienda podría volverse un banco, una fábrica podría ser usada para diferentes tipos de manufacturas o una estación de ferrocarril se podría convertir en un museo. Con objeto de hacer las correcciones para los movimientos de activos entre los sectores y actividades es necesario identificar las transacciones en los activos usados separadamente de las transacciones en activos nuevos.

Las importaciones y exportaciones pueden ser bastante significativas para algunos países pero ellas no causan problemas adicionales a aquellos mencionados arriba. Ya sea que el productor venda el activo usado a otro productor doméstico o al exterior, todo lo que se requiere es identificar la venta como la de un activo usado y hacer el ajuste al alza que se requiera para el valor de la eliminación. Similarmente, si el productor compra un activo usado en el exterior, exactamente el mismo tipo de ajuste es requerido como cuando el activo es adquirido de una fuente doméstica.

Por lo que se refiere al movimiento de activos de los productores a los hogares, parece probable que en muchos países, las únicas transacciones significativas son las de vehículos usados vendidos por los productores a los hogares, aunque la exportación de autos usados pueda ser importante en algunos países. Cuando el caso no es el anterior, un supuesto razonable es que todas las ventas de autos usados de

pasajeros por los productores son hechas a los hogares. Siempre y cuando las ventas de los autos usados puedan ser identificadas en los registros de los productores es posible ajustar los valores de venta a precios “como nuevos” y eliminar esta fuente de error.

### *18.6. Usuarios y propietarios de activos de capital*

Cuando los activos son arrendados o rentados, los dueños y usuarios de los activos pueden estar en diferentes unidades. Los pagos en conjunción con el uso de los activos no producidos, no financieros – principalmente la tierra y los activos del subsuelo – son etiquetados como “alquile” en las cuentas nacionales mientras que los pagos por el uso de activos producidos son llamados “alquileres”. Las diferentes etiquetas corresponden a diferentes tratamientos en las cuentas nacionales. El acto de alquilar la tierra o los activos del subsuelo no es considerado en sí como producción. Los alquileres pagados son considerados ingreso de propiedad asignados a los dueños del recurso después de la producción. Así, los servicios de capital para la tierra y los activos del subsuelo deben ser registrados en la cuenta de la generación del ingreso del usuario del activo, no en la del propietario. El excedente bruto de operación del usuario incluirá el rendimiento sobre el recurso que después es pasado al dueño del activo.

“Alquileres” es la etiqueta para los pagos recibidos en conjunción con los *arrendamientos operativos*. Aquí, renta se refiere a los activos producidos que están puestos a disposición del usuario por periodos relativamente cortos de tiempo y donde el dueño del activo retiene la responsabilidad por el mantenimiento y las reparaciones. El acto de proveer un arrendamiento operativo es considerado producción en la cual el dueño del activo provee un servicio al usuario del activo a cambio de un pago de “renta”. En el caso del arrendamiento operativo, los activos en principio se clasifican con sus dueños y esto es también en donde se deben registrar los servicios de capital.

Los arrendamientos operativos tienen que ser distinguidos de los *arrendamientos financieros*. Un arrendamiento financiero es un contrato donde los riesgos y los premios de la propiedad son transferidos de facto por el dueño legal al usuario del activo. Un arrendamiento financiero es una forma de financiamiento, y una alternativa al crédito financiero. En contraste al arrendamiento operativo, y similar al arrendamiento de la tierra y de los activos del subsuelo, el crédito financiero no es en sí mismo considerado un proceso de producción. Aquí el usuario es considerado como el dueño económico del activo y la consecuencia es que el activo y los consiguientes servicios de capital deben de ser registrados con el usuario, no con el dueño legal del activo.

En la práctica hay muchos tipos de arrendamientos y a menudo es difícil decidir si un arreglo de arrendamiento pertenece a la categoría operacional o financiera. Ha sido sugerido que para propósitos analíticos tales como medición de la productividad podría ser útil clasificar *todos* los activos de acuerdo al tipo de actividad del *usuario* del activo, sin intentar distinguir entre arrendamientos operacionales por una parte y arrendamientos financieros y renta de tierra y activos del subsuelo por la otra. Esta es ciertamente forma pragmática de avanzar.

Debe observarse, sin embargo, que cuando todos los activos son clasificados por usuario, los datos no siempre están relacionados con otros flujos en las cuentas nacionales cuando estas son compiladas con base a la propiedad. En particular, para arrendamientos operacionales la distribución del valor agregado entre diferentes tipos de actividades depende de la propiedad del activo más que del uso del activo. Si los activos son rentados con un arrendamiento operacional, el ingreso generado por el activo aparece en el calor agregado del propietario y no en del usuario. Esto es porque el pago de la renta es deducido como consumo intermedio del producto bruto del usuario y aparece en el producto bruto del propietario. Así, el cálculo de los servicios de capital con base al usuario y sin conectar los flujos de los insumos intermedios para los pagos a los dueños de los activos dará lugar a un sesgo en el costo de la participación del capital. Como se

describió anteriormente, un arrendamiento operacional es una compra de insumos intermedios – servicios de capital – y debe ser tratado como tal. Si los activos son rentados con un arrendamiento financiero, ambos propiedad y uso son registrados en la industria que los usa y no se presenta ningún problema en particular.

El argumento de arriba depende desde luego, de la disponibilidad de información confiable sobre los flujos de los servicios de capital entre arrendadores y arrendatarios quienes son los negociadores en el arrendamiento operacional. Esto no siempre se puede tomar como dado y por lo tanto puede regresarnos a una clasificación exclusiva de los activos de acuerdo con la industria del usuario si el sesgo incurrido parece menos importante que el sesgo debido a la inconsistencia entre el valor agregado y el insumo de capital mencionado anteriormente.



### **PARTE III: STOCKS DE CAPITAL Y SERVICIOS DE CAPITAL – TEORÍA**

## CAPITULO 19. EL MODELO

El propósito de este capítulo es presentar, con algún detalle, el modelo formal detrás de las mediciones del capital. Aunque teórica, esta presentación está dirigida hacia la implementación, p.e. esta toma en cuenta los problemas tales como valoración de los flujos a los precios de mitad del periodo que son relevantes para las cuentas nacionales y que algunas veces complican una presentación algebraica. Al mismo tiempo, estas consideraciones son indispensables para la implementación de la medición de los servicios de capital. Esta parte del *Manual* empieza con un capítulo sobre la derivación de los costos del usuario y sus elementos, el rendimiento del capital, la depreciación y la revaloración. Este continúa con la división precio-volumen de los servicios de capital y termina con las mediciones del capital en las hojas del balance.

Las cuentas nacionales nunca trabajan con activos individuales sino con cohortes. Los activos individuales dentro de una cohorte son similares (idealmente idénticos) en sus especificaciones, fueron instalados al mismo tiempo pero agotan sus capacidades productivas individuales a través de diferentes vidas útiles. En lo que sigue, todas las variables se relacionan a cohortes de activos y no a activos individuales.

### *19.1. Derivación de los costos del usuario*

Los costos al usuario del capital son el precio que el dueño usuario de un bien de capital “se paga a sí mismo” por el servicio de usar sus propios activos. Alternativamente, los costos del usuario corresponden a los rendimientos marginales generados por el activo durante un periodo de producción. En un mercado perfecto, y sin considerar cualquier trabajo y los costos intermedios por el suministro de la renta, los costos del usuario toman el mismo valor que la renta que el dueño del bien de capital podría obtener si el rentase el activo durante un periodo para usarlo en la producción.

**En el modelo teórico y en línea con la práctica de las cuentas nacionales, se supone que la inversión se lleva a cabo a la mitad del periodo.**

La idea básica de los costos del usuario pueden trazarse desde Walras (1874) pero las formulaciones modernas de esta relación fundamental en la teoría del capital y su función en la medición del capital se deben a Jorgenson (1963), Christensen y Jorgenson (1973) y Diewert (1974). Todas las formulaciones se construyen sobre la idea de que el precio de un activo es igual a su valor descontado de los beneficios netos que se espera que generen en el futuro. Existen diferentes variantes para fijar esta relación. Por ejemplo, se puede suponer que los pagos (internos) por usar el activo aumentan al inicio o al final del periodo contable. Existe también la cuestión de en qué momento un activo recién comprado empieza a generar servicios de capital. Esto podría ser inmediatamente al momento de su compra o podría haber un retraso. Para el propósito a mano, haremos los supuestos abajo que facilitan el vínculo con la información de las cuentas nacionales y con los principios de las cuentas nacionales.

Debe observarse que las convenciones de abajo han sido establecidas con frecuencia anual en mente. Como se explicó en la Sección 15.6 al presente, ningún país cuenta con un conjunto totalmente desarrollado de mediciones stock y flujo trimestrales, y consecuentemente, nosotros no presentamos explícitamente como las mediciones anuales se pueden derivar de la información trimestral pero

directamente se mueven a la frecuencia anual. Nosotros observamos que algunos de nuestros cálculos en la frecuencia anual son aproximaciones<sup>51</sup>, adoptadas para facilitar la presentación y la simplicidad de los cálculos.

- Una convención de las cuentas nacionales estipula que la inversión debe ser medida como el flujo promedio durante el periodo y debe ser valuada a precios promedio del periodo. Nosotros nos aproximamos a esta convención asumiendo que la inversión se lleva a cabo a la mitad del periodo y es valuada a los precios de mitad del periodo. Nosotros denotamos el volumen de la inversión en los nuevos bienes de capital de un tipo particular  $i$  como  $\bar{I}^{i,t}$  el supuesto de que la inversión se lleva a cabo a la mitad del periodo  $t$ . este flujo es valuado al precio promedio del periodo base  $t_0$ ,  $P_0^{i,t0} = (P_0^{i,t0B} + P_0^{i,t0E})/2 = 1$  que hemos fijado igual a la unidad por simplicidad. Además, las letras “B” y “E” han sido añadidas a los superíndices de los precios  $P_0^{i,t0B}$  and  $P_0^{i,t0E}$  para indicar que estos son los precios de los activos nuevos al principio y al final del periodo  $t_0$ . El subíndice que viene con la medición del precio indica la edad del activo, así que el precio de un nuevo activo tiene un subíndice de cero.  $[\bar{I}^{i,t}, \bar{I}^{i,t-1}, \bar{I}^{i,t-2}, \dots]$  es una serie de tiempo de la inversión a precios constantes como se encuentra normalmente en las cuentas nacionales. El descarte de activos, se supone que se lleva a cabo al final de los periodos. La única razón para este supuesto es la simplicidad de exposición y cálculo. En algunos casos tales como las tasas geométricas de la depreciación y edad-eficiencia, esto resulta irrelevante porque la vida útil se aproxima a infinito.
- Dada la información disponible al principio del periodo  $t$ , definiremos la tasa esperada del cambio en el precio del bien de capital  $i$  entre el inicio y el fin del periodo como  $i_{(tB)}^{i,t} = P_0^{i,tE}/P_0^{i,tB} - 1$ . Aunque las expectativas acerca del cambio en el precio del activo dependen del momento cuando se forman (indicadas con el subíndice  $tB$ ), se supone que ellas se aplican a todos los periodos futuros. Esto es, la tasa esperada del cambio en el precio dos periodos adelante esta dado por  $P_0^{i,t+2B}/P_0^{i,tB} = (1 + i_{(tB)}^{i,t})^2$ , y la tasa esperada de cambio en el precio para tres periodos adelante por  $(1 + i_{(tB)}^{i,t})^3$  y así sucesivamente. Así, que podemos quitar el subíndice  $t$  pero retenemos el subíndice ( $tB$ ) para referirnos al hecho de que las expectativas acerca de los cambios en los precios futuros pueden cambiar conforme la información disponible cambia.
- Los flujos de pago de los beneficios monetarios por el uso del activo son descontados a la tasa nominal  $r$ . como la tasa esperada de cambio en el precio, las tasas nominales de interés pueden cambiar a través del tiempo como esto depende de la información disponible al principio de cada periodo. Por ejemplo, la tasa nominal de descuento esperada para periodos futuros al principio del periodo  $t$ , será denotada  $r_{(tB)}$ . Nosotros asumimos un término constante en la estructura de la tasa de interés, p.e. la tasa de interés relevante bajo un conjunto de información de  $t$  es  $(1+r_{(tB)})^2$  etc.
- Los pagos se llevan a cabo al final del periodo. Este es un supuesto arbitrario y un pago al principio del periodo es igualmente plausible. Para propósito de las cuentas nacionales, un pago a la mitad del periodo sería el enfoque más natural. Para la implementación, todas las derivaciones siguientes tienen que ser derivadas en paralelo con base a los pagos de la renta al principio del periodo y las expresiones resultantes tienen que ser promediadas con aquellas derivadas de la perspectiva a fin

<sup>51</sup> Erwin Diewert, en un comentario sobre este *Manual*, puntualizó que algunas de las fórmulas anuales no eran consistentes con la formulación alternativa construida consistentemente con datos sub-anales. Su punto está bien tomado, pero la inexactitud debida a las aproximaciones de nuestras fórmulas tienen que ser ponderadas en contra de la ventaja de una relativa simplicidad. Un modelo anual que sea totalmente consistente con el modelo teórico trimestral requeriría por ejemplo de la especificación trimestral de los perfiles edad-eficiencia y edad-precio y complicaría la presentación e implementación. Desde el punto de vista práctico, las consideraciones trimestrales son importantes con respecto a dos aspectos: el cálculo de algunas mediciones básicas de los flujos requeridos en las cuentas trimestrales tales como el consumo de capital fijo y el tratamiento de los precios y volúmenes en un entorno de alta inflación.

del periodo. No existe mayor dificultad implicada, pero una presentación larga y tediosa que dejaremos de lado en este punto.

Ahora es posible formular la condición de equilibrio que corresponde al valor de un activo respecto a los beneficios descontados que este genere. Para evitar sobrecargar la notación, quitamos el superíndice  $i$  por el momento pero este debe entenderse que todas las derivaciones se relacionan con un solo tipo de activo. Esto no se debe confundir con el hecho de que las derivaciones se relacionan a una cohorte y no con activos individuales. Para señalar esta diferencia, usamos  $f_n^t$  para denotar los costos del usuario en lugar de  $c_n^t$  como fue el caso de en los capítulos introductorios de este *Manual*. Lo mismo se mantiene para los precios de los activos donde las letras mayúsculas se emplean en lugar de las letras minúsculas. Cuando se necesite como tal en la descripción de la agregación a través de los tipos de activos, el índice será reintroducido.

$$(34) \quad P_n^{tB} = f_n^t (1+r_{(tB)})^{-1} + f_{n+1}^{t+1} (1+r_{(tB)})^{-2} + f_{n+2}^{t+2} (1+r_{(tB)})^{-3} + \dots \quad n=0.5; 1.5; 2.5;$$

La ecuación (34) estipula que el precio en el año  $n$  de un activo nuevo al principio del periodo  $t$ ,  $P_n^{tB}$  es igual a la suma del pago de las rentas  $\{f_n^t, f_{n+1}^{t+1}, \dots\}$ , cada uno descontado al principio del año  $t$ . los pagos de la renta ocurren al final de cada periodo contable. Observe la poco usual indización de  $n$ , con los valores de 0.5, 1.5, etc. Esto refleja el supuesto de las cuentas nacionales de la inversión a medio año: al principio del periodo  $t$ , el activo más joven tiene justamente medio año, así que  $n=0.5$ . Los bienes de inversión comprados a la mitad del periodo  $t-2$  tienen 1.5 años al principio del periodo  $t$  y así sucesivamente. Por lo tanto, la expresión (34) se relaciona sólo con aquellos activos que ya están en su sitio al principio del periodo. Los activos que son comprados durante el periodo  $t$  se tratan por separado. Para derivar la ecuación de costos del usuario, cambiar la expresión (34) para un periodo sin embargo, sin cambiar en el conjunto de la información se mantendrá en  $tB$ :

$$(35) \quad P_{n+1}^{t+1B} = f_{n+1}^{t+1} (1+r_{(tB)})^{-1} + f_{n+2}^{t+2} (1+r_{(tB)})^{-2} + f_{n+3}^{t+3} (1+r_{(tB)})^{-3} + \dots$$

Multiplicando (34) por  $1+r_{tB}$  y sustrayendo (35) de la expresión resultante obtenemos:

$$(36) \quad P_n^{tB} (1+r_{(tB)}) - P_{n+1}^{t+1B} = f_n^t; \quad n=0.5; 1.5; 2.5; \dots$$

Donde el precio del activo  $P_{n+1}^{t+1B}$  es una variable esperada dado que la relación de arriba se ha desarrollado bajo el conjunto de la información disponible al principio del periodo  $t$ . El precio del activo al principio del periodo  $t+1$  es igual al precio del activo al final del periodo  $t$ , así que  $P_{n+1}^{t+1B}$  puede ser reemplazada por  $P_{n+1}^{tE}$ .

Los activos nuevos que se están comprando durante el periodo y generan la mitad de las rentas del periodo y se denominarán  $f_{H0}^t$ . Observe que esta renta de medio año no se puede comparar con las rentas  $\{f_n^t\}$  que se relacionan con los pagos del todo el periodo. La relación exacta de los costos del usuario por los nuevos activos (basados en la información disponible al principio del periodo  $t$ ) es:

$$(37) \quad P_0^t (1+r_{(tB)}/2) - P_{0.5}^{tE} = f_{H0}^t.$$

Sin embargo, para mantener las cosas más tratables y con toda probabilidad con pequeñas consecuencias desde la perspectiva práctica, simplemente tomaremos el costo del usuario a la mitad del periodo  $f_{H0}^t$  que corresponde a la mitad del costo del usuario hipotético que un activo puede tener en caso de que haya sido comprado el inicio del periodo. Así, que para el resto de la descripción, se hará la siguiente aproximación:

$$(38) \quad f_{H0}^t \approx f_0^t/2 = [P_0^{tB} (1+r_{(tB)}) - P_1^{tE}]/2.$$

### 19.2. Descomposición de los costos del usuario

El siguiente paso consiste en la descomposición de la expresión de los costos del usuario y agregar los años para derivar las expresiones de la depreciación, el rendimiento neto del capital y la revaloración. Primero tomaremos el conjunto de los activos existentes y después veremos los activos nuevos. Con este fin, medimos la *tasa de depreciación d de un activo de n años de edad durante el periodo t*, como la diferencia porcentual entre el valor de un activo de n años de edad y un activo de n+1 años de edad. En sentido estricto, esta es la tasa esperada, dependiendo de la información disponible al inicio del periodo t. por lo que debe haber un subíndice indicando el conjunto de la información pero para no sobrecargar la expresión, este es omitido. Otra simplificación es el supuesto, que, para cada conjunto de información, existe sólo un conjunto de tasas de depreciación. Así, que la tasa esperada de depreciación de un activo de 2 años de edad en el periodo actual es la misma que la tasa (esperada) de la depreciación de un activo de 2 años en los periodos futuros:

$$(39) \quad \delta_n \equiv (P_n^{tE} - P_{n+1}^{tE})/P_n^{tE} = 1 - P_{n+1}^{tE}/P_n^{tE} = (P_n^{tB} - P_{n+1}^{tB})/P_n^{tB}.$$

Regresando a la expresión de costo a usuarios (36), la diferencia en el precio entre un activo de n años de edad al inicio del periodo y de un activo de n+1 años edad al final del periodo,  $P_n^{tB} - P_{n+1}^{tE}$  puede ser descompuesta en una diferencia de precios que refleje la depreciación en un cambio de precios que refleje la revaloración o las pérdidas y ganancias retenidas. Existen diferentes maneras de desagregar los dos componentes y nosotros seguiremos a Balk y van der Bergen (2006) y tomamos un promedio de las dos posibilidades. Más específicamente, definimos el *valor de la depreciación por activo  $d_n^t$*  que es de n años de edad al principio del periodo t como el producto de la tasa de depreciación y el precio promedio del activo durante el periodo. Esto corresponde al tratamiento requerido de la depreciación o el consumo de capital fijo en el Sistema de Cuentas Nacionales. La derivación es mostrada en la siguiente expresión:

$$(40) \quad \begin{aligned} d_n^t &= 0.5[(P_n^{tB} - P_{n+1}^{tB}) + (P_n^{tE} - P_{n+1}^{tE})] \\ &= 0.5[P_n^{tB}(1 - P_{n+1}^{tE}/P_n^{tB}) + P_n^{tE}(1 - P_{n+1}^{tE}/P_n^{tE})] \\ &= 0.5[P_n^{tB}\delta_n + P_n^{tE}\delta_n] \\ &= \delta_n 0.5[P_n^{tB} + P_n^{tE}] \\ &= \delta_n P_n^t \\ &= P_n^{tB}\delta_n (1 + i_{(tB)}/2); \quad \text{para } n= 0.5; 1.5; 2.5; \end{aligned}$$

La depreciación de medio año para un activo nuevo  $d_{H0}^t$  será simplemente tratada como  $d_{H0}^t = d_0^t/2 = \delta_0 P_0^t/2$ . Dado el valor de la depreciación para un activo de n años de edad, la *revaloración* o la *retención de las pérdidas y ganancias por unidad de un activo de n años de edad* que significa la diferencia con respecto al cambio total en el valor del activo,  $P_n^{tB} - P_{n+1}^{tE}$  es medida como:

$$(41) \quad \begin{aligned} z_n^t &= 0.5[(P_n^{tE} - P_n^{tB}) + (P_{n+1}^{tE} - P_{n+1}^{tB})] \\ &= 0.5[P_n^{tB}(P_n^{tE}/P_n^{tB} - 1) + P_{n+1}^{tB}(P_{n+1}^{tE}/P_{n+1}^{tB} - 1)] \\ &= 0.5[P_n^{tB} i_{(tB)} + P_{n+1}^{tB} i_{(tB)}] \\ &= i_{(tB)} 0.5[P_n^{tB} + P_{n+1}^{tB}] \\ &= P_n^{tB} i_{(tB)} 0.5 [1 + P_{n+1}^{tB}/P_n^{tB}] \\ &= P_n^{tB} i_{(tB)} 0.5 [2 - \delta_n] \\ &= P_n^{tB} i_{(tB)} [1 - \delta_n/2] \quad \text{para } n= 0.5; 1.5; 2.5; \end{aligned}$$

La última línea de esta expresión contiene el término  $P_n^{tB} [1 - \delta_n/2]$ : el precio inicial de un activo, corregido con la depreciación de medio año. Esto puede tomarse también como una aproximación (cercana) al valor de un activo que es n+0.5 años de edad que corresponde al promedio de edad del activo durante el periodo

contable. Así, la revaloración durante el periodo  $t$  es medida como el valor al inicio del año de un activo que en promedio tiene  $n+0.5$  años de edad, multiplicado por el cambio en el precio esperado durante el periodo. Nuevamente, para los activos nuevos, la revaloración será establecida en  $z_{H0}^t = z_0^t/2 = P_0^{tB} i_{(tB)} [1 - \delta_0/2]/2 \approx P_{0.5}^{tB} i_{(tB)}/2$ . Entonces, el costo a usuarios por unidad de un activo que tiene  $n$  años de edad al principio del periodo y asumiendo que los pagos de la renta se llevan a cabo al final del periodo, es:

$$\begin{aligned}
 (42) \quad f_n^t &= P_n^{tB}(1+r_{(tB)}) - P_{n+1}^{tE} \\
 &= P_n^{tB}r_{(tB)} + d_n^t - z_n^t \\
 &= P_n^{tB}r_{(tB)} + P_n^{tB}\delta_n(1+i_{(tB)}/2) - P_n^{tB}i_{(tB)}(1-\delta_n/2) \quad \text{para } n=0.5; 1.5; 2.5; \dots \\
 f_{H0}^t &= (P_0^{tB}r_{(tB)} + d_0^t - z_0^t)/2.
 \end{aligned}$$

Las expresiones de arriba proveen la descomposición básica del costo del usuario unitario para la inversión nueva y de un año específico en:

- Un rendimiento del capital,  $P_n^{tB}r_{(tB)}$  obtenido por la aplicación de la tasa esperada retorno durante el periodo respecto al valor del bien de capital al inicio del periodo;
- Un cargo de depreciación (esperado)  $d_n^t$ ;
- Un término de revaloración (esperado)  $z_n^t$  que refleja el alza esperada en los precios del activo, para un activo de una edad dada.

Cada término es parte de un flujo, el beneficio marginal por usar el activo durante  $t$ . Ahora tomaremos una vista más cercana para cada uno de estos tres componentes, empezando con nuestra depreciación y regresando después al retorno del capital y la revaloración.

### 19.3. Depreciación

El valor total de la depreciación para un activo de  $n$  años de edad es obtenido por la multiplicación del valor unitario de la depreciación por el total de la cantidad de la inversión del periodo específico de la edad  $n$ :

$$\begin{aligned}
 (43) \quad D_n^t &= d_n^t I^{t-n-0.5} = P_n^{tB}\delta_n(1+i_{(tB)}/2)I^{t-n-0.5}, \quad \text{para } n=0.5; 1.5; 2.5; \dots \\
 D_{H0}^t &= d_0^t I^t/2 = P_0^{tB}\delta_0(1+i_{(tB)}/2)I^t/2.
 \end{aligned}$$

El supuesto implícito en este cálculo es que la inversión en un periodo particular es por medio de nuevos bienes de capital. En la práctica, esto no es necesariamente el caso y uno debe distinguir, para cada flujo de inversión durante  $t$ , la composición de la inversión del periodo específico. Sin embargo, al hacerlo se añade otra dimensión de complejidad debido a la necesidad de trazar todos los flujos de la inversión por periodo. Para evitar esta complicación, suponemos que toda la inversión es sólo en nuevos bienes<sup>52</sup>. La severidad de este supuesto depende del volumen de las transacciones de los activos de segunda mano en comparación con la compra de activos nuevos y de que tanto de las transacciones de los activos de segunda mano ocurren dentro del sector o de la industria en consideración. Con estos caveats en mente, obtenemos la medición de la depreciación que es el producto de la tasa de depreciación  $\delta_n$  y del volumen de la inversión en bienes de  $(n+0.5)$  años de edad, valuados a los precios promedio del periodo  $t$ . el valor total de la depreciación o el consumo de capital fijo para un tipo de activo dado es medido como:

<sup>52</sup> Ver Balk y van den Bergen (2006) para un sistema de cuentas por periodo como es usado en Estadística de Holanda que toma en cuenta las transacciones en de los activos usados.

$$(44) \quad D^t = D_{H0}^t + D_{0.5}^t + D_{1.5}^t + \dots \\ = P_0^t \delta_0 I^t / 2 + \delta_{0.5} P_{0.5}^t I^{t-1} + \delta_{1.5} P_{1.5}^t I^{t-2} + \dots$$

Varios comentarios son necesarios respecto a esta expresión. Primero, la depreciación se puede relacionar ahora con el *perfil edad-precio*. El perfil edad-precio, como se explicó anteriormente en este *Manual*, muestra como los precios de compra de diferentes periodos del mismo activo se relacionan entre sí. Denotaremos este perfil edad-precio para un tipo dado de activo como  $\psi_n = P_n^t / P_0^t$  ( $n=0.5; 1.5; \dots$ ). Existe un vínculo entre el perfil de la depreciación y el perfil edad-precio como se puede verificar fácilmente a partir de la definición de la tasa de depreciación:  $\delta_n = 1 - \psi_{n+1} / \psi_n$  así que  $\delta_n \psi_n = \psi_n - \psi_{n+1}$ . Recopilando  $P_0^t$  en la expresión de arriba, uno obtiene:

$$(45) \quad D^t = P_0^t [\delta_0 I^t / 2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots] \\ = P_0^t [(1 - \psi_{0.5}) I^t + (\psi_{0.5} - \psi_{1.5}) I^{t-1} + (\psi_{1.5} - \psi_{2.5}) I^{t-2} + \dots]$$

La última línea de la expresión de arriba muestra como el valor de la depreciación se puede expresar con el perfil edad-precio nada más. Cada periodo de una inversión de  $n$  años de edad es multiplicado por el equivalente de un perfil de depreciación, p.e. un año de diferencia en el patrón edad-precio ( $\psi_{n-0.5} - \psi_{n+0.5}$ ) para  $n=1, 2, \dots$ . Para la inversión más reciente, tenemos el conjunto  $\delta_0 / 2 = 1 - \psi_{0.5}$ .

La descripción en este Capítulo ha sido conducida en términos de un solo activo, pero debe ser bien entendido que en general el perfil edad-precio  $\{\psi_n\}$  se relaciona con una cohorte de activos y debe reflejar los perfiles de retiro alrededor de la distribución de los activos individuales de la misma cohorte. Como pueden entrar los perfiles edad-precio a una cohorte completa se puede derivar empíricamente ya ha sido descrito en la Sección 13.3. Un procedimiento adicional y más técnico se presenta en el Anexo 4.

La segunda indicación concerniente a la expresión (45) se refiere al caso especial de los perfiles geométricos edad-precio. Bajo unas tasas de depreciación constante geométrica, la medición de la depreciación total se simplifica a la aplicación de una tasa constante de depreciación a la riqueza o al stock neto a precios del periodo corriente. En la ausencia de tasas geométricas de depreciación, el valor total de la depreciación no se puede expresar como una proporción del stock de riqueza y uno tiene que mantener el registro de las tasas específicas por periodo y los valores de la depreciación para cada tipo de activo. Sin embargo, para la depreciación geométrica, si  $\delta_n = \delta$  para  $n=0.5, 1.5, 2.5, \dots$ , la depreciación total se convierte en:

$$(46) \quad D^t (\text{geométrica}) = \delta P_0^t [I^t / 2 + \psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots] \\ = \delta P_0^t [I^t / 2 + W^{tB}].$$

Aquí, la tasa de depreciación se aplica al stock al principio del año.  $W^{tB} = \psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \psi_{2.5} I^{t-3} + \dots$ , y a la mitad de la inversión realizada durante el año  $t$ . La expresión a precios corrientes para la depreciación de un grupo de activos (45) es también un punto útil de inicio para examinar las posibles divisiones precio-volumen de la depreciación. Un índice natural de precios para la depreciación es el índice de precios a la mitad del año para un activo nuevo,  $P_0^t$ . Entonces, el término  $[\delta_0 I^t / 2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots]$  constituye la parte del volumen de la depreciación, expresada en precios (constantes) del año de referencia para el cual las series de la inversión han sido deflactadas. Un índice encadenado de Laspeyres de volumen de la depreciación para un tipo particular de activo entre el periodo  $t$  y  $t-1$  que

podría típicamente encajar en el sistema de las cuentas nacionales<sup>53</sup> podría entonces expresarse de la siguiente manera:

$$(47) \quad Q_L^{t/t-1}(D) = P_0^{t-1}[\delta_0 I^t/2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots] / D^{t-1} \\ = (D^t / D^{t-1}) / (P_0^t / P_0^{t-1}).$$

La extensión a partir de la perspectiva de un solo tipo de activo a una medición que compare todos los activos es relativamente directa. Use el superíndice  $k$  para denotar uno de los  $N$  tipos de activos ( $k=1,2,\dots,N$ ). El total del valor de la depreciación para todos los  $N$  tipos de activos a precios corrientes y el correspondiente índice de volumen tipo de Laspeyres son:

$$(48) \quad D^t = \sum_{i=k}^N D^{k,t} \text{ y,}$$

$$(49) \quad Q_L^{t/t-1}(D) = \sum_{k=1}^N D^{k,t-1} Q_L^{k,t/t-1}(D) / D^{t-1}.$$

#### 19.4. Retorno del capital y revaloración o retención de ganancias

Pasamos ahora a otros dos elementos de los costos del usuario, a saber, el retorno del capital y la revaloración. No es por accidente que estos dos términos se traten juntos. El retorno del capital y la revaloración son indicadores que el inversionista puede considerar juntos; el retorno del capital corresponde al retorno (esperado) que un inversor puede requerir al final del día una vez que se ha hecho una reserva para la depreciación y la revaloración. Así, el retorno esperado menos la revaloración esperada corresponden al retorno que un activo tiene que generar por su actividad “normal” de negocios, y neta de depreciación. Si un activo sufre una declinación definitiva en el precio (p.e., existe la expectativa de retención de pérdidas), el activo tiene que generar un alto ingreso por su actividad normal de negocios para resarcir la pérdida así que la tasa de retorno  $r_{(tB)}$  corresponde al retorno que el mercado espera, dado cierto nivel de riesgo de la operación comercial. Existe una correspondencia directa con los activos financieros. Por ejemplo, la tasa de retorno de un bono está compuesta de los pagos de intereses (el equivalente al retorno de la inversión de una operación comercial “normal” de un activo fijo) y de los cambios en los precios del bono. La diferencia entre los pagos de interés y el cambio en los precios es la tasa de retorno del bono. Para un activo fijo en particular tipo  $i$ , el retorno  $R^t$  es medido como:

$$(50) \quad R^t = P_0^{tB} r_{(tB)} I^t/2 + P_{0.5}^{tB} r_{(tB)} I^{t-1} + P_{1.5}^{tB} r_{(tB)} I^{t-2} + P_{2.5}^{tB} r_{(tB)} I^{t-3} + \dots \\ = r_{(tB)} [P_0^{tB} I^t/2 + P_{0.5}^{tB} I^{t-1} + P_{1.5}^{tB} I^{t-2} + P_{2.5}^{tB} I^{t-3} + \dots] \\ = r_{(tB)} P_0^{tB} [I^t/2 + \psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \psi_{2.5} I^{t-3} + \dots] \\ = r_{(tB)} P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}]$$

donde  $W^{tB} = \psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \psi_{2.5} I^{t-3} + \dots$  es la riqueza o el stock de capital neto de un tipo particular de activo al inicio del año  $t$ , medido a precios del año base. Para la revaloración  $Z^t$  uno tiene:

$$(51) \quad Z^t = P_0^{tB} (1-\delta_0/2) i_{(tB)} I^t/2 + P_{0.5}^{tB} i_{(tB)} (1-\delta_{0.5}/2) I^{t-1} + P_{1.5}^{tB} i_{(tB)} (1-\delta_{1.5}/2) I^{t-2} + P_{2.5}^{tB} i_{(tB)} (1-\delta_n/2) I^{t-3} + \dots \\ = i_{(tB)} P_0^{tB} [(1-\delta_0/2) I^t/2 + \psi_{0.5} (1-\delta_{0.5}/2) I^{t-1} + \psi_{1.5} (1-\delta_{1.5}/2) I^{t-2} + \psi_{2.5} (1-\delta_n/2) I^{t-3} + \dots] \\ = i_{(tB)} P_0^{tB} W^t.$$

$W^t = 0.5(W^{tB} + W^{tE})$  es el promedio del stock neto durante el periodo  $t$ , valuado a precios de un periodo de referencia. Que la transformación en la última línea de (52) sea válida se puede demostrar fácilmente<sup>54</sup> pero

<sup>53</sup> Donde los índices de volumen en las cuentas nacionales están basados en la fórmula del número índice ideal de Fisher, esto puede fácilmente ser acomodado mediante la construcción de un índice de volumen de Paasche y por la formación de un promedio geométrico entre los índices de Laspeyres y de Paasche.

la inspección de la expresión se transmite también a la intuición. A manera de ejemplo, tome el elemento  $\psi_{0.5}(1-\delta_{0.5}/2)I^{t-1}$ . Esto representa la inversión en el periodo t-1, con una ponderación de  $\psi_{0.5}(1-\delta_{0.5}/2)$ . Si estuviéramos tratando con el stock al inicio del año, el factor de ponderación sería  $\psi_{0.5}$  si estuviéramos tratando con el stock de capital al final de año, el factor de ponderación sería  $\psi_{1.5}$ . El término  $(1-\delta_{0.5}/2)$  empieza alrededor de la mitad de un periodo de depreciación así que el factor de ponderación  $\psi_{0.5}(1-\delta_{0.5}/2)$ . Corresponde a un factor de ponderación promedio para un activo de un año de edad:  $\psi_{0.5}(1-\delta_{0.5}/2)=(\psi_{0.5}+\psi_{1.5})/2$ .

La combinación del retorno del capital y la revaloración en su versión general y bajo la fórmula geométrica es entonces:

$$(52) \quad R^t - Z^t = r_{(tB)} P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}] - i_{(tB)} P_0^{tB} W^t \\ R^t(\text{geométrica}) - Z^t(\text{geométrica}) = [r_{(tB)} - i_{(tB)}(1-\delta/2)] P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}].$$

### 19.5. Costo total a usuarios y el stock de capital productivo

Como siguiente paso, los diversos elementos son reunidos para una medida de los costos del usuario del capital. Para facilitar la presentación y debido a que sumar los costos del usuario de diferentes tipos de activos no presenta ningún problema en particular, nuestra exposición está todavía en términos de un solo tipo de activo. El total de los costos del usuario  $U^t$  son la suma de los costos del usuario a través de varios periodos o equivalentemente, la suma del retorno del capital, la depreciación y la revaloración:

$$(53) \quad U^t = f_{H0} I^t + f_{0.5} I^{t-1} + f_{1.5} I^{t-2} + f_{2.5} I^{t-3} + \dots \\ = R^t - Z^t + D^t \\ = r_{(tB)} P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}] - i_{(tB)} P_0^{tB} W^t + P_0^t [\delta_0 I^t/2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \delta_{2.5} \psi_{2.5} I^{t-3} + \dots].$$

Cuando las tasas de depreciación siguen un patrón geométrico, la misma expresión se simplifica a un término que es proporcional al stock neto de activos:

$$(54) \quad U^t (\text{geométrica}) = R^t - Z^t + D^t (\text{geométrica}) \\ = [r_{(tB)} - i_{(tB)}(1-\delta/2)] P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}] + P_0^t \delta [I^t/2 + W^{tB}] \\ = [r_{(tB)} - i_{(tB)}(1-\delta/2) + \delta(1+i_{(tB)}/2)] P_0^{tB} [I^t/2 + W^{tB}]$$

Desde la perspectiva práctica, las expresiones (53) y (54) juegan una función importante. Ellas muestran cómo el total del valor de los servicios de capital se puede construir pero más importante aún, como se pueden descomponer en sus partes componentes. Como se demostrará actualmente, existe una forma alternativa de medir  $U^t$  como un todo con la ayuda del stock de capital productivo y después descomponerlo en un componente de precios y de volumen. Pero, las expresiones de arriba permanecen como la única forma válida de desagregar el total de los costos del usuario en sus componentes a precios corrientes, retorno del capital y depreciación.

<sup>54</sup> La diferencia entre el stock neto al final y al inicio del periodo es la inversión menos la depreciación (todos los precios del mismo año de referencia):  $W^{tE} = W^{tB} + I^t - D^t / P_0^t$ . Entonces, el stock promedio durante el periodo t,  $W^t$  es igual a:

$$W^t = 0.5(W^{tB} + W^{tE}) \\ = 0.5(W^{tB} + W^{tB} + I^t - D^t / P_0^t) \\ = W^{tB} + I^t/2 - (\delta_0 I^t/2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots)/2 \\ = (\psi_{0.5} I^{t-1} + \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots) + I^t/2 - (\delta_0 I^t/2 + \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} + \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} + \dots)/2 \\ = (1-\delta_0/2) I^t/2 + \psi_{0.5}(1-\delta_{0.5}/2) I^{t-1} + \psi_{1.5}(1-\delta_{1.5}/2) I^{t-2} + \psi_{2.5}(1-\delta_{2.5}/2) I^{t-3} + \dots$$

442. Para explorar la forma alternativa de medir  $U^t$ , hacemos uso de la primera línea de (53) que simplemente expresa que el total de los costos del usuario son la suma de los costos del usuario de todos los periodos del capital:

$$(55) \quad U^t = f_{H0}^t I^t + f_{0.5}^t I^{t-1} + f_{1.5}^t I^{t-2} + f_{2.5}^t I^{t-3} + \dots \\ = f_0^t I^{t/2} + f_{0.5}^t I^{t-1} + f_{1.5}^t I^{t-2} + f_{2.5}^t I^{t-3} + \dots$$

Antes de proseguir adelante, es necesario definir formalmente una *función edad-eficiencia* para un particular tipo de activo. La función edad-eficiencia, ha sido explicada ampliamente en otras partes de este *Manual* (Capítulos 0, 3.2, 11) la cual indica la pérdida de eficiencia productiva con la edad. La función edad-eficiencia será etiquetada  $\{h_n; n=0, 0.5, 1.5, \dots\}$ . Esto requiere alguna explicación extra. Primero, en línea con nuestro esquema general, estamos interesados en las razones edad-eficiencia de los activos con un medio periodo de edad, 1.5 periodos de edad y así sucesivamente en relación a un activo nuevo. Observe que existe una dimensión de tiempo en la medición de la eficiencia de un activo – se puede pensar como el número de servicios de capital por periodo contable. Así, la comparación de las medidas de eficiencia para los activos de diferente edad tiene que estar basada en la misma longitud del periodo para el cual el monto de los servicios de capital se compara. Los costos del usuario también tienen dimensión de tiempo, ellos representan los costos de usar el activo por un periodo contable. Como se explicó anteriormente, el costo a usuarios al medio año de un activo en nuestro modelo es tomado de la mitad de un año completo del costo a usuario del nuevo activo<sup>55</sup>.

Segundo, la secuencia edad-eficiencia  $\{h_n\}$  decrece con la edad del activo y  $h_0$  se fija típicamente igual a uno. El uso de una secuencia edad-eficiencia implica que la eficiencia marginal de los bienes de capital de diferentes periodos se pueden expresar en unidades de eficiencia del nuevo activo que tanto como asumir perfecta sustituibilidad de los servicios de capital de diferente edad. Como se verá a continuación, la hipótesis de perfecta sustituibilidad (Jorgenson 1973) conduce a un simple proceso de agregación de los servicios de capital<sup>56</sup>.

Tercero, la teoría económica sugiere (Hulten 1990) que el productor que minimiza costos usará bienes de capital de diferentes años de tal manera que los costos relativos unitarios de usar diferentes años corresponde a su eficiencia relativa. Esto es intuitivamente plausible. Si un activo de cinco años de edad produce la mitad de las unidades de servicios de capital que los de un bien de capital nuevo, el costo del usuario de un nuevo activo, medido por unidad física, debe ser el doble superior que el del costo del usuario del activo con cinco años de edad. Una simplificación extra consiste en el supuesto de que la función de edad-eficiencia es no variable en el tiempo. Con estas observaciones en mente, la siguiente relación se mantiene para un usuario minimizador de los costos de los bienes de capital:

$$(56) \quad h_n = f_{nt}/f_{0t} \quad \text{para } n=0.5; 1.5;$$

El valor en (55) para los costos del usuario de un activo pueden ser expresados ahora por medio del perfil edad-eficiencia. Una simple división entre el costo a usuario unitario para un nuevo activo,  $f_0^t$  resulta:

<sup>55</sup> Debido a que en el presente esquema donde la inversión se lleva a cabo a medio periodo,  $f_0^t$  es un precio hipotético – es el costo del usuario que sería cargado si una nueva inversión se llevase a cabo al principio del periodo.

<sup>56</sup> Diewert y Wykoff (2006) marcan este punto y usan el supuesto de Jorgenson de sustituibilidad perfecta entre periodos en su debate sobre el deterioro y la obsolescencia.

$$(57) \quad U_t = f_0 t [I_t/2 + h_{0.5} I_{t-1} + h_{1.5} I_{t-2} + h_{2.5} I_{t-3} + \dots] \\ = f_0 t K_t.$$

Aquí, la variable  $K^t$  significa el *stock de capital productivo* para el periodo medio, expresado a los precios de medio año de un periodo base antes de hacer cualquier provisión para la declinación de la eficiencia de los nuevos activos durante la segunda mitad del año  $t$ :

$$(58) \quad K^t = I^t/2 + h_{0.5} I^{t-1} + h_{1.5} I^{t-2} + h_{2.5} I^{t-3} + \dots$$

Existen dos consecuencias prácticas que se desprenden de arriba. La primera consecuencia es que el valor total de los servicios de capital puede ser calculado de dos maneras diferentes: mediante la adición del valor de los costos del usuario para cada año o expresando la inversión del periodo anual en términos de las nuevas unidades de eficiencia equivalente, sumándolas al stock de capital productivo y valuando el anterior con el costo a usuarios del nuevo activo. Las dos opciones obtienen resultados equivalentes pero ellas descansan en los supuestos acerca de la sustituibilidad perfecta entre los años de producción y la invariancia de tiempo del perfil edad-eficiencia. Para muchas aplicaciones prácticas, el cálculo vía el stock productivo es una manera más rápida de medir el valor de los servicios de capital y de dividirlos en el componente precio y volumen pero si los dos supuestos (sustituibilidad del capital e invariancia del tiempo) son rechazados, la forma apropiada de cálculo es vía (55) que constituye la expresión general para la medición de los costos a usuarios.

449. Una segunda consecuencia es que cuando los costos del usuario actuales son calculados por medio del stock productivo, una división precio volumen del valor de los servicios de capital resulta directamente (ver la siguiente Sección). Sin embargo, la descomposición de los costos del usuario en el valor de la depreciación, el retorno del capital y la revaloración son deseados, será siempre necesario revertir a las expresiones generales (55) o (53). Por ejemplo, considere la expresión  $f_0^t K^t$  que provee el valor del costo a usuario vía el stock productivo. A partir de descripciones anteriores, es conocido que el costo a usuario unitario para un activo nuevo  $f_0^t = 2f_{H0}^t = (P_0^{tB} r_{(tB)} + d_0^t - z_0^t)$ . por lo tanto,

$$(59) \quad U^t = f_0^t K^t = (P_0^{tB} r_{(tB)} + d_0^t - z_0^t) K^t.$$

Pero este *no* es generalmente el caso de que el valor total de la depreciación, el retorno del capital o la revaloración pueden ser derivados de (59):

$$(60) \quad \begin{aligned} d_0^t K^t &\neq D^t \\ P_0^{tB} r_{(tB)} K^t &\neq R^t \\ z_0^t K^t &\neq Z^t. \end{aligned}$$

La excepción a esta regla es nuevamente el caso de la depreciación geométrica. Una simplificación significativa se presenta porque bajo la depreciación geométrica y al nivel de (tipo individual) de activo, el stock de capital neto y el stock de capital productivo a precios de un año de referencia coinciden. Esta es una consecuencia directa del hecho de que los patrones geométricos de la depreciación, el perfil edad-precio y el perfil edad-eficiencia coinciden:

$$(61) \quad \begin{aligned} h_n &= f_n^t / f_0^t \\ &= P_n^{tB} (r_{(tB)} + \delta(1 + i_{(tB)}/2) - i_{(tB)}) / P_0^{tB} (r_{(tB)} + \delta(1 + i_{(tB)}/2) - i_{(tB)}) \\ &= P_n^{tB} / P_0^{tB} \\ &= P_n^t / P_0^t \\ &= \psi_n \end{aligned}$$

A partir de esta igualdad, se sigue inmediatamente que  $W^{tB} = K^{tB}$ .

El propósito general de (59) es obtener una medida total del costo del capital y no dividirlo en sus partes constitutivas. Para este propósito, podemos expresarlo también en la forma más familiar del término de costo del usuario con la tasa de retorno, la tasa de la depreciación y la tasa de revaloración:

$$(62) \quad U^t = (P_0^{tB} r_{(tB)} + d_0^t - z_0^t) K^t \\ = P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta_0 (1+i_{(tB)}/2) - i_{(tB)}(1-\delta_0/2)] K^t \\ = P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta_0 (1+i_{(tB)}) - i_{(tB)}] K^t$$

Para muchos propósitos prácticos es más fácil operar con las tasas reales de retorno y con las tasas reales de la retención de las pérdidas y ganancias. Sea el índice de precios al consumidor para la economía al inicio del periodo  $t$ ,  $c^{tB}$  y sea el índice de precios del consumidor al final del periodo  $c^{tE}$ . Entonces la tasa general de inflación esperada al consumidor para el periodo  $t$  al inicio del periodo  $t$  es  $\rho_{(tB)}$ , definida por la siguiente ecuación:

$$(63) \quad 1+\rho_{(tB)} = c^{tE}/c^{tB}.$$

La tasa de inflación general anticipada para el periodo  $t$  junto con la tasa nominal de interés puede ser usada para definir en el periodo  $t$  la tasa real de interés anticipada  $r_{(tB)}^*$  y para el periodo  $t$  la tasa de inflación real anticipada del activo o la tasa real de retener pérdidas/ganancias  $i_{(tB)}^*$  es como sigue:

$$(64) \quad 1+r_{(tB)}^* = (1+r_{(tB)})/(1+\rho_{(tB)}) \\ 1+i_{(tB)}^* = (1+i_{(tB)})/(1+\rho_{(tB)}).$$

Ahora sustituya (64) en la expresión del costo a usuarios (62) la cual se puede presentar ahora en términos de inflación real de los activos y de las tasas de revaloración, multiplicados por un índice del cambio general esperado en el nivel de precios de la economía:

$$(65) \quad U^t = P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta_0 (1+i_{(tB)}) - i_{(tB)}] K^t \\ = P_0^{tB} [1 + r_{(tB)} + \delta_0 (1+i_{(tB)}) - (1+i_{(tB)})] K^t \\ = P_0^{tB} (1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta_0 (1+i_{(tB)}^*) - i_{(tB)}^*] K^t \\ U^t(\text{geométrica}) = P_0^{tB} (1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta_0 (1+i_{(tB)}^*) - i_{(tB)}^*] [I^t/2+W^{tB}]$$

Estas expresiones para el caso general y el geométrico son importantes para la implementación empírica porque ellas proveen el punto de partida para la división precio-volumen del valor total de los servicios de capital como se establece en la siguiente Sección.

### 19.6. División precio-volumen de los servicios de capital

Habiendo derivado el valor total de los servicios de capital a precios del periodo  $t$ , es de interés descomponer un cambio en el valor entre dos periodos en un componente precio y volumen. La medición del cambio en volumen de los servicios de capital es un ingrediente clave para la medición de la productividad multi-factor (ver OCDE 2001). Aquí, la relación  $U^t=f_0^t K^t$  provee una manera conveniente de desagregar el cambio en el valor de los servicios de capital  $U^t/U^{t-1}$  en un componente de precio y de volumen<sup>57</sup>. Arriba se demostró (expresión (66)) que el precio de los servicios de capital para un activo nuevo es  $f_0^t = P_0^{tB} (1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta_0(1+i_{(tB)}^*) - i_{(tB)}^*]$  que es igual a  $P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta_0(1+i_{(tB)}) - i_{(tB)}]$  cuando se expresa en variables nominales. Para un solo tipo de activo, el componente de volumen es simplemente el cambio en el stock productivo  $K^t/K^{t-1}$ . Esto encaja con la idea de que el flujo de los

<sup>57</sup> Para una formulación más general de la agregación a través de los periodos anuales ver Diewert y Lawrence (2000) y Diewert y Schreyer (2008).

servicios de capital es una proporción constante del stock productivo. Por implicación, para un solo activo, el cambio en la cantidad de los servicios de capital puede ser medido por el cambio en la cantidad del stock de capital productivo. Podríamos haber empezado también con la formulación más general (55) y derivar, por ejemplo, un índice de cantidad de Laspeyres a través de los periodos anuales de la inversión:

$$\begin{aligned}
 (66) \quad Q_L^{t/t-1}(U) &= [f_0^{t-1} I^t/2 + f_{0,5}^{t-1} I^{t-1} + f_{1,5}^{t-2} I^{t-2} + f_{2,5}^{t-3} I^{t-3} + \dots] / U^{t-1} \\
 &= f_0^{t-1} [I^t/2 + h_{0,5} I^{t-1} + h_{1,5} I^{t-2} + h_{2,5} I^{t-3} + \dots] / U^{t-1} \\
 &= f_0^{t-1} K^t / U^{t-1} \\
 &= f_0^{t-1} K^t / f_0^{t-1} K^{t-1} \\
 &= K^t / K^{t-1}.
 \end{aligned}$$

Con las funciones de tiempo invariante, edad-eficiencia y de sustituibilidad perfecta entre los periodos anuales de los activos, la elección de la fórmula para un número índice es irrelevante a través del proceso de agregación entre periodos anuales. Es fácilmente demostrable, por ejemplo, que un índice de volumen de Paasche producirá también  $K^t/K^{t-1}$  como la medida de cambio en el volumen de los servicios de capital para un tipo particular de activo. Sin embargo, la elección de la fórmula del número índice importa cuando se pasa de un tipo de activo a múltiples activos. Para describir estos procesos de agregación, es necesario reintroducir el subíndice  $k$  para distinguirlo de  $K=1,2,\dots,N$  tipos diferentes de activos. El índice encadenado de Laspeyres y el índice encadenado de Paasche para el cambio en el volumen del total de los servicios de capital son:

$$\begin{aligned}
 (67) \quad Q_L^{t/t-1}(U) &= \sum_{k=1}^{N_f} f_0^{k,t-1} K^{k,t} / \sum_{k=1}^{N_f} f_0^{k,t-1} K^{k,t-1} \\
 Q_P^{t/t-1}(U) &= \sum_{k=1}^{N_f} f_0^{k,t} K^{k,t} / \sum_{k=1}^{N_f} f_0^{k,t} K^{k,t-1}.
 \end{aligned}$$

Nuevamente, los mismos resultados podrían haber sido derivados de la definición de los índices de Laspeyres y de Paasche para la fórmula más general del costo a usuarios basada en los periodos de inversión en lugar de los stocks productivos y agregando simultáneamente a través de los periodos anuales y a través de los activos.

### 19.7. Medición del capital en la hoja del balance

Hasta este punto, las mediciones del capital han sido esencialmente descritas dentro del contexto de la medición de los flujos: por ejemplo, los stocks netos se usaron para derivar los flujos de los servicios de capital. Sin embargo, los stocks netos son de interés también por su propio derecho cuando se trata de medir la riqueza y cuando se elaboran los balances. Un principio para el balance en las cuentas nacionales es que los activos registrados en los balances de apertura y de cierre sean valuados a los precios prevalentes en las fechas en las cuales los balances se relacionan. Sólo la riqueza neta o los stocks de riqueza entran en los balances. Con la notación adoptada en este capítulo, el periodo  $t$  de apertura de un stock de un activo en particular estaría dado por  $P_0^{tB} W^{tB}$  y el periodo  $t$  de cierre del stock por  $P_0^{tE} W^{tE}$ . La diferencia entre el valor del balance de apertura y el de cierre se puede descomponer ahora en una identidad básica que vincule los balances, las transacciones y las pérdidas o ganancias retenidas.

La diferencia total entre el balance de apertura y de cierre se puede desagregar de dos maneras:

$$\begin{aligned}
 (68) \quad P_0^{tE} W^{tE} - P_0^{tB} W^{tB} &= P_0^{tE} W^{tE} - P_0^{tE} W^{tB} + P_0^{tE} W^{tB} - P_0^{tB} W^{tB} \\
 P_0^{tE} W^{tE} - P_0^{tB} W^{tB} &= P_0^{tE} W^{tE} - P_0^{tB} W^{tE} + P_0^{tB} W^{tE} - P_0^{tB} W^{tB}
 \end{aligned}$$

Nosotros formamos un promedio aritmético de (68) para obtener una desagregación en un componente que muestre la cantidad del cambio en la medición del stock, valuada a precios promedio del periodo y un componente de revaloración que muestre el cambio en el precio durante el periodo, aplicado al stock promedio durante el periodo:

$$\begin{aligned}
 (69) \quad P_0^{tE}W^{tE} - P_0^{tB}W^{tB} &= 0.5(P_0^{tE}W^{tE} - P_0^{tE}W^{tB} + P_0^{tB}W^{tE} - P_0^{tB}W^{tB}) - 0.5(P_0^{tE}W^{tB} - P_0^{tB}W^{tB} + P_0^{tE}W^{tE} - P_0^{tB}W^{tE}) \\
 &= 0.5(P_0^{tE} + P_0^{tB})(W^{tE} - W^{tB}) + 0.5(W^{tB} + W^{tE})(P_0^{tE} - P_0^{tB}) \\
 &= P_0^t(W^{tE} - W^{tB}) - P_0^{tB}i_{(tB)}W^t
 \end{aligned}$$

Examinamos primero el primer componente, e insertamos las definiciones de los stocks de apertura y de cierre para obtener la medición del cambio en el stock neto durante el periodo t para un conjunto dado de precios:

$$\begin{aligned}
 (70) \quad W^{tE} - W^{tB} &= (\psi_{0.5}I^t + \psi_{1.5}I^{t-1} + \psi_{2.5}I^{t-2} + \dots) - (\psi_{0.5}I^{t-1} + \psi_{1.5}I^{t-2} + \psi_{2.5}I^{t-3} + \dots) \\
 &= \psi_{0.5}I^t - (\psi_{0.5} - \psi_{1.5})I^{t-1} - (\psi_{1.5} - \psi_{2.5})I^{t-2} - (\psi_{1.5} - \psi_{2.5})I^{t-3} - \dots \\
 &= \psi_{0.5}I^t - \psi_{0.5}\delta_{0.5}I^{t-1} - \psi_{1.5}\delta_{1.5}I^{t-2} - \psi_{2.5}\delta_{2.5}I^{t-2} - \dots \quad \text{debido a Error! Reference}
 \end{aligned}$$

source not found.)

$$\begin{aligned}
 &= P_0^t I^t / P_0^t - \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} - \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} - \delta_{2.5} \psi_{2.5} I^{t-3} - \dots \\
 &= (1 - \delta_0/2)I^t - \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} - \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} - \delta_{2.5} \psi_{2.5} I^{t-3} - \dots \\
 &= I^t - \delta_0 I^t/2 - \delta_{0.5} \psi_{0.5} I^{t-1} - \delta_{1.5} \psi_{1.5} I^{t-2} - \delta_{2.5} \psi_{2.5} I^{t-3} - \dots \\
 &= I^t - D^t/P_0^t
 \end{aligned}$$

El cambio en el stock neto – a precios de referencia del periodo – corresponden a la inversión bruta menos la depreciación, una relación bien conocida que provee parte de la desagregación general del cambio en los ítems del balance a precios corrientes. Regresando a (69) uno encuentra:

$$\begin{aligned}
 (71) \quad P_0^{tE}W^{tE} - P_0^{tB}W^{tB} &= P_0^t(W^{tE} - W^{tB}) - P_0^{tB}i_{(tB)}W^t \\
 &= P_0^t(I^t - D^t/P_0^t) - P_0^{tB}i_{(tB)}W^t \\
 &= P_0^t I^t - D^t - Z^t \text{ debido a (51).}
 \end{aligned}$$

Esto provee con la desagregación completa del ítem del balance: el stock de apertura  $P_0^{tB}W^{tB}$  valuado a precios del periodo inicial más la inversión bruta durante el periodo, valuado a precios de medio año ( $P_0^t I^t$ ) menos la depreciación  $D^t$  valuada también a precios de medio año menos las pérdidas y ganancias nominales retenidas  $Z^t$ , medido como el cambio en el precio durante el periodo aplicado al stock neto promedio del periodo. Esto sigue la prescripción en el Sistema de Cuentas Nacionales de 1993:

*“[...] el total nominal de las ganancias retenidas devengadas sobre una categoría particular de un activo durante un periodo dado de tiempo incluye aquellos devengados sobre los activos adquiridos o desechados durante el periodo contable así como también sobre los activos que figuran en los balances de apertura y de cierre. De esto sigue que no es posible calcular el total de las ganancias retenidas de los datos del balance por su propia cuenta, excepto para ciertos casos especiales o bajo ciertos supuestos” (Párrafo 12.83).*

Existe una omisión en la fórmula de arriba: no se tomó en cuenta los otros cambios en los volúmenes. Además, para la formación neta de capital (formación bruta de capital fijo menos el consumo de capital fijo), el volumen del stock de un activo producido también puede variar principalmente como consecuencia de la aparición económica de los activos producidos y de las pérdidas catastróficas que no son capturadas por el consumo de capital fijo. Otros cambios en el volumen de los activos son de mayor naturaleza y preocupación estadística, por ejemplo, la reclasificación de activos. Otros cambios en el volumen de los activos implican un cambio discreto en el nivel de los stocks de capital y un poco más de declaraciones generales acerca de ellos.

**Caja 15. Leyenda de las variables**

$P_n^{tB}$	Precio de un activo de n periodos de edad al inicio del año t ('tB')
$P_n^{tE}$	Precio de un activo de n periodos de edad al final del año t ('tE')
$\delta_n$	Tasa de depreciación para un activo que tiene n años de edad al inicio del periodo
$D^t$	Valor de la depreciación en el periodo t a precios promedio del periodo t
$W^{tB}$	Stock neto al inicio del periodo t a precios de un año de referencia
$W^{tE}$	Stock neto al final del periodo t a precios de un año de referencia
$K^{tB}$	Stock productivo al inicio del periodo t a precios de un año de referencia
$K^t$	Stock productivo a la mitad del periodo t a precios de un año de referencia pero antes de contabilizar la pérdida de eficiencia durante el periodo t ( $K^t = K^{tB} + I^t/2$ )
$GR^t$	Stock de capital bruto promedio del periodo t a precios de un año de referencia
$j_n$	Probabilidad acumulativa de supervivencia hasta la edad n
$f_n^t$	Precio de los servicios de capital (costo a usuarios unitario) en el periodo t para un activo de n años de edad
$U^t$	Valor de los servicios de capital
$i_{(tB)}$	Tasa de cambio del precio del activo en términos nominales, esperada al inicio del periodo t
$i_{(tB)}^*$	Tasa de cambio del precio del activo en términos reales, esperada al inicio del periodo t donde, $i_{(tB)}^* = (1+i_{(tB)})/(1+\rho_{(tB)})-1$
$r_{(tB)}$	Tasa de retorno en términos nominales, esperada al inicio del periodo t
$r_{(tB)}^*$	Tasa de retorno en términos reales, esperada al inicio del periodo t donde $r_{(tB)}^* = (1+r_{(tB)})/(1+\rho_{(tB)})-1$
$D_{(R)}$	Tasa de cambio del índice general de precios, por ejemplo el índice de precios al consumidor

**19.8. Sumario de formulas para la medición del capital****19.8.1. Depreciación (consumo de capital fijo)**

- Perfil edad-precio definido sobre los precios de los activos de diferente edad n:

$$\psi_n = P_n^{tB}/P_0^{tB} = P_n^{tE}/P_0^{tE} \quad n=0.5; 1.5; 2.5; \dots$$

- Perfil de la depreciación  $\{\delta_n\}$  derivada del perfil edad-precio  $\{\psi_n\}$ :

$$\delta_n = 1 - P_{n+1}^{tB}/P_n^{tB} = 1 - \psi_{n+1}/\psi_n \quad n=0.5; 1.5; 2.5; \dots$$

- Perfil edad-precio derivado del perfil de la depreciación:

$$\begin{aligned} \psi_n &= (1 - \delta_{n-1})(1 - \delta_{n-2}) \dots (1 - \delta_0/2); \quad n=1.5; 2.5; \dots \\ \psi_{0.5} &= 1 - \delta_0/2 \end{aligned}$$

- Valor de la depreciación a precios corrientes promedio del periodo t:

$$\begin{aligned} \text{Perfil general:} \quad D^t &= P_0^t [(1 - \psi_{0.5}) I^t + (\psi_{0.5} - \psi_{1.5}) I^{t-1} + (\psi_{1.5} - \psi_{2.5}) I^{t-2} + \dots] \\ \text{Perfil geométrico: } D^t (\text{geométrico}) &= P_0^t \delta [I^t/2 + W^{tB}] \end{aligned}$$

Índice de precios de la depreciación:  $P_0^t/P_0^{t_0}$  donde  $t_0$  es una base o año de referencia

19.8.2. *Stocks de capital neto*

- Stock de capital neto al inicio del periodo t, expresado en precios de un año de referencia,  $W^{tB}$ :

Perfil general:  $W^{tB} = \psi_{0,5} I^{t-1} + \psi_{1,5} I^{t-2} + \psi_{2,5} I^{t-3} + \dots$   
 Perfil geométrico:  $W^{tB}(\text{geométrico}) = (1-\delta/2)[I^{t-1} + (1-\delta)I^{t-2} + (1-\delta)^2 I^{t-3} + \dots]$

- Stock de capital neto al final del periodo t, expresado en precios de un año de referencia,  $W^{tE}$ :

Perfil general:  $W^{tE} = \psi_{0,5} I^t + \psi_{1,5} I^{t-1} + \psi_{2,5} I^{t-2} + \dots$   
 Perfil geométrico:  $W^{tE}(\text{geométrico}) = (1-\delta/2)[I^t + (1-\delta)I^{t-1} + (1-\delta)^2 I^{t-2} + \dots]$

- Relación stock-flujo para el perfil geométrico:

$$W^{tE} = W^{tB} + I^t - \delta(I^t/2 + W^{tB})$$

- Stock de capital neto promedio del periodo t, expresado a precios de un año de referencia,

$$W^t = (W^{tB} + W^{tE})/2$$

19.8.3. *Stocks productivos*

- Stock productivo a la mitad del periodo t expresado en precios de referencia del año,  $K^t$ :

Perfil general:  $K^t = I^t/2 + h_{0,5} I^{t-1} + h_{1,5} I^{t-2} + h_{2,5} I^{t-3} + \dots$   
 Perfil geométrico:  $K^t(\text{geométrico}) = I^t/2 + W^{tB}(\text{geométrico})$

19.8.4. *Stocks de capital bruto*

- Stock de capitl bruto al inicio del periodo t expresado en precios de un año de referencia,

Perfil general:  $G^{tB} = I^t/2 + j_{0,5} I^{t-1} + j_{1,5} I^{t-2} + j_{2,5} I^{t-3} + \dots$   
 Perfil geométrico: no definido (el perfil geométrico combina las funciones edad-eficiencia y de retiro y la función de retiro que es requerida para calcular el stock de capital bruto, no puede ser separado)

19.8.5. *Precio de los servicios de capital (costo a usuarios unitario)*

- Costo a usuarios por unidad *ex-ante* de los servicios de capital para un tipo particular de activo

- Presentación con tasas reales:

Perfil general:  $f_0^t = P_0^{tB}(1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta_0(1+i_{(tB)}^*) - i_{(tB)}^*]$   
 Perfil geométrico:  $f^t(\text{geométrico}) = P_0^{tB}(1+\rho_{(tB)}) [r_{(tB)}^* + \delta (1+i_{(tB)}^*) - i_{(tB)}^*]$

Presentación con tasas nominales:

Perfil general:  $f_0^t = P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta_0(1+i_{(tB)}) - i_{(tB)}]$   
 Perfil geométrico:  $f^t(\text{geométrico}) = P_0^{tB} [r_{(tB)} + \delta (1+i_{(tB)}) - i_{(tB)}]$

- Costo a usuario por unidad *ex-post* de los servicios de capital para un tipo particular de activo

- Presentación con tasas reales:

Perfil general:  $f_0^t = P_0^{tB}(1+\rho^t) [r^{t*} + \delta_0(1+i^{t*}) - i^{t*}]$   
 Perfil geométrico:  $f^t(\text{geométrico}) = P_0^{tB}(1+\rho^t) [r^{t*} + \delta (1+i^{t*}) - i^{t*}]$

- Presentación con tasas nominales:

$$\text{Perfil general: } f_0^t = P_0^{tB} [r^t + \delta_0(1+i^t) - i^t]$$

$$\text{Perfil geométrico: } f^t(\text{geométrico}) = P_0^{tB} [r^t + \delta (1+i^t) - i^t]$$

#### 19.8.6. Valor total de los servicios de capital, precios corrientes

- Costo a usuarios por unidad de los servicios de capital por el stock productivo, agregado a través de los activos

$$\text{Perfil general: } U^t = \sum_{k=1}^N f_0^{k,t} K^{k,t}$$

$$\text{Perfil geométrico: } U^t(\text{geométrico}) = \sum_{k=1}^N f^{k,t}(\text{geométrico}) K^{k,t}(\text{geométrico}) \\ = \sum_{k=1}^N f^{k,t}(\text{geométrico}) [I^{k,t}/2 + W^{k,tB}(\text{geométrico})]$$

#### 19.8.7. Tasas de retorno endógenas, ex-post

- Tasa de retorno real endógena, ex-post

$$r^{t*} = \{ (G^t + T_K^t)(1+\rho^t) - \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} [\delta_0^k(1+i^{k,t*}) - i^{k,t*}] K^{k,t} \} / \{ \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} K^{k,t} \}$$

- Tasa real de retorno (equilibrada) simplificada

$$r^{t**} = \{ (G^t + T_K^t)(1+\rho^t) - \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} [\delta_0^k] K^{k,t} \} / \{ \sum_{k=1}^N P_0^{k,tB} K^{k,t} \}$$

#### 19.8.8. Valor total de los servicios de capital, precios constantes

- Costo a usuario por unidad de los servicios de capital de un año de referencia  $t_0$  por el stock productivo, agregado a través de los activos

$$\text{Perfil general: } V^t = \sum_{k=1}^N f_0^{k,t_0} K^{k,t}$$

$$\text{Perfil geométrico: } V^t(\text{geométrico}) = \sum_{k=1}^N f^{k,t_0}(\text{geométrico}) K^{k,t}(\text{geométrico}) = \sum_{k=1}^N f^{k,t_0}(\text{geométrico}) [I^{k,t}/2 + W^{k,tB}(\text{geométrico})]$$



## REFERENCIAS

- AHMAD, Nadim (2004), “Introducing Capital Services into the Production Account”, presented at the meeting of the Canberra Group, Washington D.C.
- AHMAD, Nadim, Charles ASPDEN and Paul SCHREYER (2005), “Depreciation and Obsolescence”, presented at the meeting of the Canberra Group, Canberra.
- AKERLOF, George, A. (1970), “The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism”, *Quarterly Journal of Economics* 84, pp. 488-500.
- ATKINSON REVIEW (2005), *Final Report: Measurement of Government Output and Productivity for the National Accounts*, Palgrave, McMillan.
- ATKINSON, Margaret and Jacques MAIRESSE (1978); “Length of life of equipment in French manufacturing industries”, *Annales de l'INSEE*, No 30-31.
- AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS (2000), “Australian National Accounts: Concepts, Sources and Methods Chapter 16”, *Capital Stock and Consumption of Fixed Capital*, www.abs.gov.au
- AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS (2006), “Australian System of National Accounts 2005-06”, *Feature article: Valuing land and dwellings owned by households*, www.abs.gov.au
- BALDWIN, John R., Guy GELLATLY, Marc TANGUAY (2007), “Depreciation Rates for the Productivity Accounts”, *The Canadian Productivity Review*, Statistics Canada Research Paper.
- BALDWIN, John R. and Wulong GU (2007); “Multifactor Productivity in Canada: An Evaluation of Alternative Methods of Estimating Capital Services”; *The Canadian Productivity Review*, April, Ministry of Industry.
- BALK, Bert M. (1998); *Industrial Price, Quantity and Productivity Indices, The Micro-economic Theory and an Application*, Kluwer Academic Publishers.
- BALK, Bert M. and Dirk A. VAN DEN BERGEN (2006), *The Cost of Capital Input: Calculation Methods*, Revised version of a paper presented at the Capital Measurement Workshop, Ottawa, 22 May 2006.
- BAUMOL, William J. (1986), “On the social rate of discount”, *American Economic Review*, No 58, pp. 988-802.
- BERGEN van den, Dirk, Mark de HAAN, Ron de HEIJ and Myriam HORSTEN (2005); *Measuring Capital in the Netherlands*, document presented to the 2005 OECD National Accounts Expert Meeting, Paris.
- BERNSTEIN, Jeffrey I. and Theofanis P. MAMUNEAS (2006); “R&D Depreciation, Stocks, User Costs and Productivity Growth for US R&D Intensive Industries”; *Structural Change and Economic Dynamics*, 17:70-98.

- BIATOUR, Bernadette, Geert BRYON and Chantal KEGELS (2007); “Capital services and total factor productivity measurements: impact of various methodologies for Belgium”; *Working Paper 2-07 Federal Planning Bureau of Belgium* (<http://www.plan.be>).
- BLADES, Derek (2006), “User cost approach”, presented at the OECD Workshop on Measuring the Non-observed economy in the Western Balkan Countries, Paris.
- BLOEM, Adrian M., Robert J. DIPPELSMAN, and Nils O. MAEHLE (2001); *Quarterly National Accounts Manual - Concepts, Data Sources, and Compilation*; International Monetary Fund.
- BÖHM-BAWERK, Egon. (1891), *The Positive Theory of Capital*, trans. W. Smart, New York: G. E. Stechert.
- BUCHANAN, James M. (1998), “Opportunity costs”, *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Volume 3, John Eatwell, Murray Milgate and Peter Newman (eds.), Macmillan, London.
- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS (2003); Fixed assets and consumer durable goods in the United States, 1925- 97, United States Department of Commerce; [http://bea.gov/national/pdf/Fixed\\_Assets\\_1925\\_97.pdf](http://bea.gov/national/pdf/Fixed_Assets_1925_97.pdf)
- CHRISTENSEN, L.R. and D.W. JORGENSEN (1973), “Measuring the Performance of the Private Sector of the U.S. Economy, 1929-1969”, *Measuring Economic and Social Performance*, M. Moss (ed.), New York, Columbia University Press, pp. 233-351.
- CHRISTENSEN, Laurits, R. and D.W. JORGENSEN (1969), “The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1919-67”, *Review of Income and Wealth*, Series 15, No 4, pp. 293-320.
- CLARK, Colin. (1940), *The Conditions of Economic Progress*, Macmillan, London.
- COHEN, Avi J. and G.C. HARCOURT (2003), “Whatever Happened to the Cambridge Capital Theory Controversies?”, *Journal of Economic Perspectives* Volume 17, Number 1.
- Commission of the European Communities, OECD, IMF, United Nations, World Bank (1993), *System of National Accounts 1993*, Brussels/Luxembourg, New York, Paris, Washington DC.
- COREMBERG, Ariel A. (2000), “Metodología para el cálculo del Valor Agregado del Sector Propiedad de Viviendas”, mimeo DNCN.
- COREMBERG, Ariel A. (2004), “Capital Services in Argentina. Methodology of Estimation and its Contribution to the Productivity Growth During the 1990s”, *Working Paper, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas* (Ivie), WP-EC 2004-02
- CORRADO, Carol, Charles HULTEN and Daniel SICHEL (2005); “Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework”; in CORRADO, Carol, Charles HULTEN and Daniel SICHEL (eds.); *Measuring Capital in the New Economy*; National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth Volume 65, University of Chicago Press, pp. 11-46.
- DADKHAH, Kamran M. and Fatemeh ZAHEDI (1986); “Simultaneous Estimation of Production Functions and Capital Stocks for Developing Countries”; *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, No. 3, (Aug., 1986), pp. 443-451.

- DAVIS, Morris A. and Jonathan HEATHCOTE (2004), “The Price and Quantity of Residential Land in the United States”, *The Federal Reserve Board Finance and Economics Discussion Series 2004-37*, [www.federalreserve.gov/pubs/feds/2004/200437/200437abs.htm](http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2004/200437/200437abs.htm)
- DIEWERT, W. Erwin (1974), “Intertemporal Consumer Theory and the Demand for Durables”, *Econometrica* 42, pp. 497-516.
- DIEWERT, W. Erwin (1976), “Exact and Superlative Index Numbers”, *Journal of Econometrics* 4, pp. 115-145.
- DIEWERT, W. Erwin (1980), “Aggregation Problems in the Measurement of Capital”, *The Measurement of Capital*, D. Usher (ed.), The University of Chicago Press, Chicago, pp. 433-528.
- DIEWERT, W. Erwin (2001), “Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions”, *Department of Economics Working Paper No 01-24*, University of British Columbia.
- DIEWERT, W. Erwin (2003). “Notes on the Treatment of Obsolescence and Depreciation”, the Second Meeting of the Canberra II Group on the Measurement of Non-financial assets, Paris France, October 13-15, 2003.
- DIEWERT, W. Erwin (2004), “A Note on the Cost Allocation Problem for R&D Investments”, [www.econ.ubc.ca/diewert/note.pdf](http://www.econ.ubc.ca/diewert/note.pdf)
- DIEWERT, W. Erwin (2005a). “Issues in the Measurement of Capital Services, Depreciation, Asset Price Changes and Interest Rates”, *Measuring Capital in the New Economy*, C. Corrado, J. Haltiwanger and D. Sichel (eds.), University of Chicago Press, Chicago, pp. 479-542.
- DIEWERT, W. Erwin (2005b), “The Measurement of Business Capital, Income and Performance, Chapter 1, The Measurement of Capital: Traditional User Cost Approaches”, Tutorial presented at the University Autónoma of Barcelona, Spain, September 21-22, 2005, revised December 2005, available at <http://www.econ.ubc.ca/diewert/barc1.pdf>
- DIEWERT, W. Erwin (2005c) “On Measuring Inventory Change in Current and Constant Dollars,” Discussion Paper 05-12, Department of Economics, The University of British Columbia, Vancouver, August, available at <http://www.econ.ubc.ca/discpapers/dp0512.pdf>
- DIEWERT, W. Erwin (2006a), “The Measurement of Business Capital, Income and Performance, Chapter 7, The Measurement of Income”, Tutorial presented at the University Autónoma of Barcelona, Spain, September 21-22, 2005, revised April 2006, available at <http://www.econ.ubc.ca/diewert/barc7.pdf>
- DIEWERT, W. Erwin (2006b), “Conclusions and Future Directions”, *Summary paper of the OECD-IMF Workshop on Real Estate Price Indices*, Paris, available at <http://www.oecd.org/dataoecd/32/21/37848333.pdf>

- DI EWERT, W. Erwin (2006c), “The Aggregation of Capital over Vintages in a Model of Embodied Technical Progress”, *Discussion Paper 05-13, Department of Economics, University of British Columbia, Vancouver, Canada*, revised April 30, 2006.  
<http://www.econ.ubc.ca/discpapers/dp0513.pdf>
- DI EWERT, W. Erwin (2008), “Durables and Owner Occupied Housing in a Consumer Price Index”, forthcoming in *Price Index Concepts and Measurement*, W.E. Diewert, J. Greenlees and C. Hulten (eds.), NBER/CRIW Volume, Chicago: University of Chicago Press.
- DI EWERT, W. Erwin and Denis A. LAWRENCE (2000), “Progress in Measuring the Price and Quantity of Capital”, *Econometrics and the Cost of Capital*, Essays in Honour of D.W. Jorgenson, L. Lau (ed.), Cambridge, MA, pp 273-326.
- DI EWERT, W. Erwin, Hide MIZOBUCHI and Koji NOMURA (2005); “On Measuring Japan’s Productivity 1955-2003”; Discussion Paper 05-22, Department of Economics, University of British Columbia, Vancouver Canada.  
<http://www.econ.ubc.ca/discpapers/dp0522.pdf>
- DI EWERT, W. Erwin and Paul SCHREYER (2008), “Capital Measurement”, *The New Palgrave Dictionary of Economics*.
- DI EWERT, W. Erwin and Frank C. WYKOFF (2006), “Depreciation, Deterioration and Obsolescence when there is Embodied or Disembodied Technical Change”, *Price and Productivity Measurement Volumes 1 and 2*, Erwin W. Diewert, Bert M. Balk, Dennis Fixler, Kevin J. Fox and Alice O. Nakamura (eds.), Trafford Press.
- DOMS, Mark E. (1996), “Estimating Capital Efficiency Schedules within Production Functions”, *Economic Inquiry* 34, pp. 78-92.
- DOMS, Mark E., Wendy E. DUNN, Stephen D. OLINER and Daniel E. SICHEL (2004), “How fast do computers depreciate? Concepts and new estimates”; in: James M. POTERBA (ed.), *Tax Policy and the Economy*; pp. 37-79; National Bureau of Economic Research and MIT Press.
- DREZE, Jean and Nicholas STERN (1987), “The Theory of Cost-Benefit Analysis”, *Handbook of Public Economics*, Vol. II, A. J. Auerbach and M. Feldstein (eds.), Elsevier, North Holland.
- EHEMANN, Christopher (2005); “An Alternative Estimate of Real Inventory Change in Current and Constant Dollars”; *International Journal of Production Economics*, 93-94, pp. 101-110.
- EPSTEIN, L. G. and M. DENNY (1980), “Endogenous Capital Utilization in a Short Run Production Model: Theory and Empirical Application”, *Journal of Econometrics* 12, pp. 189-207.
- EUROSTAT (2001), “Task Force Report on Alternative Estimation Methods for Dwelling Services in the Candidate Countries”, Document NA-PPP 02/6, presented to the Eurostat Working Parties on National Accounts and Purchasing Power Parities, Luxembourg.
- EVANS, David and Haluk SEZER (2002); “A time preference measure of the social discount rate for the UK”; *Applied Economics*, 34, pp. 1925-34.
- FELDSTEIN, Martin S. (1964), “Opportunity Cost Calculations in Cost-Benefit Analysis”, *Public Finance* XIX, pp. 117-39.

- FELDSTEIN, Martin S. (1965), “The Derivation of Social Time Preference Rates”, *Kyklos*, XVIII, pp. 277-87.
- FISHER, Franklin M. and Karl SHELL (1982), *The Economic Theory of Price Indices: Two Essays on the Effects of Taste, Quality, and Technological Change*, Academic Press, New York.
- FISHER, Irving. (1896), *Appreciation and Interest*, Macmillan, New York:
- FRAUMENI, Barbara (1997), “The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts”, *Survey of Current Business*, July.
- FRAUMENI, Barbara, Michael HARPER, Susan G. POWERS and Robert YUSKAVAGE (2003), “An Integrated BEA/BLS Production Account: a First Step and Theoretical Considerations”, *A New Architecture for the U.S. National Accounts* Dale W. Jorgenson, J. Steven Landefeld, and William D. Nordhaus (eds.).
- FREDERICK, Shane, George LOEWENSTEIN, Ted O'DONOGHUE (2002), “Time Discounting and Time Preference: A Critical Review”, *Journal of Economic Literature*, Vol 40, 2, pp. 351 – 401.
- GELLATLY, G., TANGUAY, M. & Y. BEILING (2002), “An alternative Methodology for Estimating Economic Depreciation: New Results Using a Survival Model”, *Productivity Growth in Canada-2002*, Statistics Canada, #15-204-XPE.
- GESKE, Michael J., Valerie A. RAMEY and Matthew D. SHAPIRO (2004), “Why do computers depreciate?”, *NBER Working Paper* No. W10831.
- GESKE, Michael J., Valerie A. RAMEY and Matthew D. SHAPIRO (2007), “Why do computers depreciate?”, pp. 121-150 in *Hard-to-Measure Goods and Services*, Ernst R. Berndt and Charles R. Hulten (eds.), NBER/CRIW Studies in Income and Wealth Volume 67, Chicago: University of Chicago Press.
- GRAMLICH, Edward M. (1994), “Infrastructure Investment: A Review Essay”, *Journal of Economic Literature* 32(3), September, pp. 1176-96.
- GUDNASON, Rósmundur (2004), “Simple User Costs and Rentals”, paper presented at the 8th Ottawa Group Meeting, Helsinki, August 23-25, [www.stat.fi/og2004/gudnasonpaper.pdf](http://www.stat.fi/og2004/gudnasonpaper.pdf)
- HALL, Bronwyn H. (2006); “R&D, Productivity, and Market Value”; revised version of a paper presented at the International Conference in memory of Zvi Griliches, Paris, August 2003 (November 2006); available from [http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH06\\_ZGAnnales\\_Nov06.pdf](http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH06_ZGAnnales_Nov06.pdf).
- HALL, Robert E. (1971); “The Measurement of Quality Changes from Vintage Price Data”; in Zvi GRILICHES (ed.), *Price Indexes and Quality Change*, Cambridge, Harvard University Press, pp. 240-271.
- HALL, Robert E. (1981); “Tax Treatment of Depreciation, Capital Gains, and Interest in an Inflationary Economy”; in Charles R. HULTEN (ed.) *Depreciation, Inflation, and the Taxation of Income from Capital*; Urban Institute Press, Washington D.C., pp. 149-166.
- HALL, Robert E. and Dale W. JORGENSON (1967); “Tax Policy and Investment Behavior”, *American Economic Review*, volume 57, June, pp. 391-414.

- HARPER, Michael (1982), “The Measurement of Productive Capital Stock, Capital Wealth, and Capital Services”, *BLS Working Paper* 128, June.
- HARPER, Michael J. (2007), “Technology and the Theory of Vintage Aggregation”, pp. 99-120 in *Hard-to-Measure Goods and Services*, Ernst R. Berndt and Charles R. Hulten (eds.), NBER/CRIW Studies in Income and Wealth Volume 67, Chicago: University of Chicago Press.
- HARPER, Michael, Ernst R. BERNDT and David O. WOOD (1989), “Rates of Return and Capital Aggregation Using Alternative Rental Prices”, in JORGENSEN, Dale.W. and Ralph LANDAU (eds.), *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- HARPER, M. FRAUMENI, B POWERS, S. and YUSKAVAGE, R. (2003); “An Integrated BEA/BLS Production Account: a First Step and Theoretical Considerations”; in JORGENSEN, D., J. S. LANDEFELD, W. NORDHAUS (eds.), *A New Architecture for the U.S. National Account*, NBER, Studies in Income and Wealth, University of Chicago Press.
- HARRISON, Anne and Charles ASPDEN (2005); “Inventories, Income and Capital Services”; paper presented at the Meeting of the Canberra II Group on Measurement of Non-Financial Assets, Geneva, September.
- HAYEK, Friedrich A. v. (1941), “Maintaining Capital Intact: A Reply”, *Economica* 8, pp. 276-280.
- HESTON, Alan and Alice NAKAMURA (2007), “Reported Prices and Rents of Housing: Reflections of Costs, Amenities or Both?”, chapter 7 in *Price and Productivity Measurement, Volume 1: Housing*, W.E. Diewert, B.M. Balk, D. Fixler, K.J. Fox and A.O. Nakamura (eds.), Trafford Press.
- HICKS, John (1973); *Capital and Time: A Neo-Austrian Theory*; Clarendon Press Oxford (1987 edition).
- HICKS, John (1981); *Wealth and Welfare: Collected Essays on Economic Theory*, Volume 1, Harvard University Press Cambridge Massachusetts.
- HILL, Peter (2000), “Economic Depreciation and the SNA”, paper presented at the 26<sup>th</sup> conference of the International Association for Research in Income and Wealth, Cracow, Poland.
- HILL, Peter (1996); *Inflation Accounting: a Manual on National Accounting under Conditions of High Inflation*, OECD.
- HILL, Robert J. and Peter HILL (2003), “Expectations, Capital Gains and Income”, *Economic Inquiry*, Vol. 41, No4, October, pp. 607-619.
- HM TREASURY (2003), *The Green Book: Appraisal and Evaluation in Central Government*, [www.greenbook.treasury.gov.uk/annex06.htm](http://www.greenbook.treasury.gov.uk/annex06.htm).
- HULTEN, Charles R. (1990), “The Measurement of Capital”, *Fifty Years of Economic Measurement*, E.R. Berndt and J.E. Triplett (eds.), Studies in Income and Wealth, Volume 54, The National Bureau of Economic Research, The University of Chicago Press, , Chicago pp. 119-152.
- HULTEN, Charles R. (1996), “Capital and Wealth in the Revised SNA”, *The New System of National Accounts*, J.W. Kendrick (ed.), New York: Kluwer Academic Publishers, pp. 149-181.

- HULTEN, Charles R. and Paul SCHREYER (2006), “Income, depreciation and capital gains in an intertemporal economic model”, paper presented to the workshop on productivity measurement, Bank of Canada.
- HULTEN, Charles R. and Frank C. WYKOFF (1981), “The Measurement of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices”, *Journal of Econometrics* 15.
- HULTEN, Charles R. and Frank C. WYKOFF (1996), “Issues in the Measurement of Economic Depreciation: Introductory Remarks”, *Economic Inquiry* 34, pp. 10-23.
- INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, INTERNATIONAL MONETARY FUND, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, UNITED NATIONS COMMISSION FOR EUROPE, THE WORLD BANK (2004), *Consumer Price Index Manual, Theory and Practice*, Washington, D.C.
- JEVONS, William Stanley (1871), *The Theory of Political Economy*, Macmillan and Co., London.
- JORGENSEN, Dale W. (1963), “Capital Theory and Investment Behaviour”, *American Economic Review*, Vol. 53, pp. 247-259.
- JORGENSEN, Dale W. (1973), “The Economic Theory of Replacement and Depreciation”, *Econometrics and Economic Theory*, W. Sellekaerts (ed.), Macmillan, New York.
- JORGENSEN, Dale W. (1989), “Capital as a factor of production”, *Technology and Capital Formation*, JORGENSEN, Dale W. and Ralph LANDAU (eds.), MIT Press.
- JORGENSEN, Dale W. (1995), *Productivity*, Volumes I and II, MIT Press.
- JORGENSEN, Dale W. (1996), “Empirical Studies of Depreciation”, *Economic Inquiry* 34, pp. 24-42.
- JORGENSEN, Dale W. (1999), “New Methods for Measuring Capital”; Paper presented to the meeting of the Canberra I Group on Capital Measurement, Washington D.C.
- JORGENSEN, Dale W. and Zvi GRILICHES (1972), “Issues in Growth Accounting: A Reply to Edward F. Denison”, *Survey of Current Business* 52:4, Part II, May, pp. 65-94.
- JORGENSEN, Dale W. and Zvi GRILICHES (1967), “The Explanation of Productivity Change”, *Review of Economic Studies* 34(3), pp. 249-283.
- JORGENSEN, Dale W., HO, and Kevin STIROH (2005); “The Industry Origins of the American Growth Resurgence”; in *Productivity Volume III*, MIT Press.
- JORGENSEN, Dale W. and J. Steven LANDEFELD (2006), “Blueprint for Expanded and Integrated U.S. Accounts: Review, Assessment, and Next Steps”, *New Architecture for the U.S. National Accounts, Studies in Income and Wealth Volume 66*, p. 13-112, Chicago, The University of Chicago Press.
- JORGENSEN, Dale W. and Kun-Young YUN (2001), “Lifting the Burden: Tax Reform, the Cost of Capital, and U.S. Economic Growth”, *Investment*, Volume 3, The MIT Press, Cambridge, MA

- KATZ, Arnold J. (2007), “Estimating Dwelling Services in the Candidate Countries: Theoretical and Practical Considerations in Developing Methodologies Based on a User Cost of Capital Measure”, *Price and Productivity Measurement*, Volumes 1 and 2, W. Erwin Diewert, Bert M. Balk, Dennis Fixler, Kevin J. Fox and Alice O. Nakamura (eds.), Trafford Press.
- KOHLI, Ulrich (1982); “Production Theory, Technological Change, and the Demand for Imports: Switzerland 1948-1974”; *European Economic Review* 18, pp. 369-86.
- KULA, Erhun (1984), “Derivation of Social Time Preference Rates for the United States and Canada”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 99, No.4, November, pp. 873-882.
- LEE, Bun Song (1978); “Measurement of Capital Depreciation Within the Japanese Fishing Fleet”; *Review of Economics and Statistics*, May, pp. 225-237.
- MARGLIN, Stephen. A. (1963), “The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Investment”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 77, No 1, February, pp. 95-111.
- MARSHALL, Alfred (1890), *Principles of Economics*, London: Macmillan.
- MAS, Matilde (2006), “Infrastructures and ICT: Measurement Issues and Impact on Economic Growth”, document presented to the 2006 *OECD Workshop on Productivity Analysis and Measurement*, Bern.
- MAS, Matilde, Francisco PÉREZ and Ezequiel URIEL (2006), “Capital Stock in Spain, 1964-2002. New Estimates”, *Growth, Capital and New Technologies*, M. MAS and P. SCHREYER, Fundación BBVA, Madrid.
- MAS, Matilde, Francisco PÉREZ and Ezequiel URIEL (2006), *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial 1964-2003*. Nueva metodología, Fundación BBVA, Madrid.
- MATHESON Ewing (1910), *Depreciation of Factories, Mines and Industrial Undertakings and their Valuations*, Fourth Edition, London.
- MOULTON, Brent R. (2004), “The System of National Accounts for the New Economy: What Should Change?”, *Review of Income and Wealth*, Series 50, No 2, pp. 261-278.
- MOORE, Mark A., Anthony E. BOARDMAN, Aidan R. VINING, David L. WEIMER and David H. GREENBERG (2004); “Just Give Me a Number! Practical Values for the Social Discount Rate”; *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 23, No 4, pp.789-812.
- NADIRI, M. I. and I. R. PRUCHA, (1996), “Estimation of the Depreciation Rate of Physical and R and D Capital in the U.S. Total Manufacturing Sector”, *Economic Inquiry* 34, pp. 43-56.
- NOMURA, Koji (2004), *Measurement of Capital and Productivity in Japan* (in Japanese), Keio University Press, Tokyo.
- OECD (2001a), *Measuring Productivity - OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth*, Paris.
- OECD (2001b), *Measuring Capital - OECD Manual*, Paris.

- OLINER, Stephen D. (1993), “Constant-Quality Price Change, Depreciation, and Retirement of Mainframe Computers”, *Price Measurement and their Uses*, Foss, M. F., Manser, M. E. and Young, A.H. (eds.), University of Chicago Press.
- OULTON, Nicolas (2007), “Ex-post versus ex-ante measures of the user cost of capital”, *Review of Income and Wealth*, Series 53, No. 2 (June), pages 295-317, 2007.
- OXERA (2002), “A Social Time Preference Rate for Use in Long-term Discounting”, Report for the Office of the Deputy Prime Minister, Department for Transport, and Department of the Environment, Food and Rural Affairs, United Kingdom.
- PAKES, Ariel and Zvi GRILICHES (1984), “Estimating Distributed Lags in Short Panels with an Application to the Specification of Depreciation Patterns and Capital Stock Constructs”, *Review of Economic Studies* 51, pp. 243-262.
- PATRY, André (2005); “Economic Depreciation and Retirement of Canadian Assets: A Comprehensive Empirical Study”; unpublished manuscript.
- PIGOU, Arthur C. (1924), *The Economics of Welfare*, Second Edition, Macmillan, London.
- PIGOU, Arthur C. (1935), “Net Income and Capital Depletion”, *The Economic Journal* 45, pp. 235-241.
- PIGOU, Arthur C. (1941), “Maintaining Capital Intact”, *Economica* 8, pp. 271-275.
- PITZER, John S. (2004), “Intangible Produced Assets”, paper presented at the London Meeting of the Canberra II Group: On the Measurement of Non-Financial Assets, September 1-3.
- PYO, Hak K. (2008); “The Estimation of Industry-level Capital Stock for Emerging-Market and Transition Economies”; paper presented at the 2008 World Congress on National Accounts and Economic Performance Measures for Nations, May 12-17, 2008, Washington DC.
- RAMSEY, F. P. (1928), “A Mathematical Theory of Saving”, *The Economic Journal* Vol. 38, pp. 543-559.
- REINSDORF, Marshall and Jennifer RIBARSKY (2007); “How Should Inventory Investment be Measured in National Accounts?”; paper presented at the NBER/CRIW Summer Institute, Boston Mass., July 17.
- ROOIJEN-HORSTEN van, Myriam, Dirk van den BERGEN, Ron de HEIJ and Mark de HAAN (2007); “Service lives and discard patterns of capital goods in the manufacturing industry, based on directly observed data, the Netherlands”; Discussion paper 08011, Statistics Netherlands.
- SANDMO, A. and J. H. DREZE (1971); “Discount Rates for Public Investment in Closed and Open Economies”; *Economica* 38, pp. 396-412.
- SCHMALWASSER, Oda (2001), “Revision der Anlagevermögensrechnung 1991 bis 2001”, *Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik* 5/2001.
- SCHMALWASSER, Oda (2002), “Problems encountered in the context of calculation of capital stock using the Perpetual-Inventory-Method (PIM), when measuring volume at previous year's prices in contrast to the current fixed price method”; document presented at the seminar *Introduction of Chain Indices in National Accounts*; 24-25 October, Eurostat, Luxembourg.

- SCHMALWASSER, Oda and Michael SCHIDLowski (2006), “Kapitalstockrechnung in Deutschland”, *Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik* 11/2006.
- SCHREYER, Paul (2008), “Measuring Multi-factor Productivity when Rates of Return are Exogenous”, *Price and Productivity Measurement Volumes 1 and 2*, W. Erwin Diewert, Bert M. Balk, Dennis Fixler, Kevin J. Fox and Alice O. Nakamura (eds.), Trafford Press.
- SCHREYER, Paul (2005). “Note on depreciation, real holding gains/losses and welfare,” presented at the Canberra II Group on measurement of non-financial assets, OECD Statistics Directorate, July 29.
- SCHREYER, Paul, Pierre-Emanuel BIGNON, and Julien DUPONT, (2003), “OECD capital services estimates: Methodology and a first set of results”, *OECD Statistics Working Paper*.
- SLATER, Courtenay M. and Martin H. DAVID (1998), *Measuring the Government Sector of the U.S. Economic Accounts*, Committee on National Statistics, National Research Council, National Academy Press, SLATER, Courtenay M. and Martin H. DAVID, eds., Washington D.C.
- STATISTICS CANADA (2007); “Depreciation Rates for the Productivity Accounts”; *The Canadian Productivity Review*; Catalogue No 15-206-XIE, No 005.
- STERN, Nicholas (1977), “*The Marginal Valuation of Income*”, *Studies in Modern Economic Analysis*, ARTIS, N. and NOBAY, R. (eds.), Blackwell, Oxford.
- TANGUAY, Marc and Alice O. NAKAMURA (forthcoming), “Linking Physical and Economic Depreciation: A Joint Density Approach”; in: W.E. Diewert, B. M. Balk, D. Fixler, K. J. Fox and A. O. Nakamura (editors); *Price and Productivity Measurement*, Trafford Press.
- TRIPLETT, Jack (1996), “Depreciation in Production Analysis and in Income and Wealth Accounts: Resolution of an old Debate”, *Economic Inquiry*, Vol. 34, pp. 93-115.
- TRIPLETT, Jack (1997), “Concepts of Capital for Production Accounts and for Wealth Accounts: The Implications for Statistical Programs”, paper prepared for the second meeting of the Canberra I Group on Capital Stock Statistics.
- TIPLETT, Jack (1998), “A Dictionary of Usage for Capital Measurement Issues”, paper prepared for the second meeting of the Canberra I Group on Capital Stock Statistics.
- TRIPLETT, Jack (2001), “Comments on the draft OECD Manual on Measuring Capital”, paper prepared for the Canberra I Group on Capital Stock Statistics.
- TRIPLETT, Jack (2004), “Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products”, *OECD STI Working Paper 2004/9*.
- UNITED NATIONS, EUROPEAN COMMISSION, INTERNATIONAL MONETARY FUND, ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, THE WORLD BANK (2003); *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*, United Nations Series F, No 61, Rev. 1.
- VELDHUIZEN, Erik, Cor GRAVELAND, Dirk VAN DEN BERGEN and Sjoerd SCHENAU (2008); ‘Valuation of oil and gas reserves in the Netherlands 1990-2005’; draft report Statistics Netherlands.

- VERBRUGGE, Randolph (2006), "The Puzzling Divergence of Rents and User Costs, 1980-2004", paper presented at the OECD-IMF Workshop on Real Estate Price Indexes held in Paris, November 6-7, 2006, [www.oecd.org/dataoecd/42/57/37612870.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/42/57/37612870.pdf)
- WALRAS, L. (1954), *Elements of Pure Economics*, a translation by W. Jaffé of the Edition Définitive (1926) of the *Eléments d'économie pure*, first edition published in 1874, Richard D. Irwin, Homewood, Illinois.
- WARD, Michael (1976), *The Measurement of Capital: The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*, OECD.
- WEIBULL, Wallodi (1951), "A Statistical Distribution Function of Wide Applicability", *ASME Journal of Applied Mechanics Paper*.
- WEITZMAN, Martin L. (1976); "On the Welfare Significance of National Product in a Dynamic Economy"; *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90, No. 1, pp 156-162.
- WINFREY, Robley. (1935), "Statistical Analyses of Industrial Property Retirements", *Bulletin 125, Iowa Engineering Experiment Station*, Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts Official Publication, Vol XXXIV, No 28.
- WYKOFF, Frank C. and Charles R. HULTEN (1979); "Tax and Economic Depreciation of Machinery and Equipment: A Theoretical and Empirical Appraisal, Phase II Report"; in *Economic Depreciation of the U.S. Capital Stock: A First Step*; Washington, D.C., U.S. Department of the Treasury, Office of Tax Analysis.

## ANEXO A: VIDA ÚTIL DE LOS ACTIVOS

**Holanda:** la metodología subyacente para la estimación de las vidas útiles en la tabla de abajo ha sido descrita en la Sección 13.1.1.

Tabla A.1 Vidas útiles promedio por activo e industria en Holanda

Nombre del activo		Viviendas	Edificios	Otras estructuras	Carros de pasajeros y otro equipo de transporte terrestre	Trenes y tranvías	Barcos	Aeroplanos	Computadoras
Nace	Industria								
1 y 2	Agricultura y silvicultura	75	38	55	9	28	25	16	5
5	Pesca	75	38	55	9	28	35 - 25 a)	16	5
10 y 14	Otras minas y canteras	75	41	35	6	28	25	16	6
11	Extracción de petróleo y gas	75	41	35	6	28	25	16	6
15 y 16	Manufactura de alimentos, bebidas, tabaco	75	42	55	6	28	25	16	12
17, 18 y 19	Manufactura de textiles y productos de piel	75	42	55	5	28	25	16	14
20	Manufactura de madera y productos de madera	75	42	55	5	28	25	16	8
21	Manufactura de papel y productos de papel	75	42	55	5	28	25	16	6
22	Edición e impresión	75	42	55	5	28	25	16	8
23	Manufactura de productos de petróleo	75	36	55	5	28	25	16	8
24	Manufactura de químicos, productos químicos	75	41	55	7	28	25	16	12
25	Manufactura de hule y productos plásticos	75	41	55	5	28	25	16	12
26	Manufactura de otros productos minerales no metálicos	75	42	55	5	28	25	16	8
27	Manufactura de metales básicos	75	31	55	7	28	25	16	8
28	Manufactura de fabricación de productos de metal	75	31	55	5	28	25	16	8
29	Manufactura de maquinaria y equipo n.c.p.	75	44	55	5	28	25	16	12
30	Manufactura de máquinas de oficina y computadoras	75	30	55	5	28	25	16	6
31	Manufactura de maquinaria eléctrica y aparatos n.c.p.	75	30	55	5	28	25	16	6
32	Manufactura de aparatos de radio, televisión y comunicación	75	30	55	5	28	25	16	6
33	Manufactura de instrumentos médicos, de precisión y ópticos	75	30	55	6	28	25	16	6
34	Manufactura de vehículos de motor, remolques y semirremolques	75	36	55	5	28	25	16	5
35	Manufactura de otro equipo de transporte	75	36	55	5	28	25	16	5
36	Manufactura de muebles, manufacturas n.c.p.	75	42	55	7	28	25	16	10
37	Reciclado	75	42	55	7	28	25	16	10
40	Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente	75	40	35	8	28	25	16	10
41	Capacidad, depuración y distribución de agua	75	40	35	8	28	25	16	10
45	Construcción	75	42	55	7	28	25	16	10
50	Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas	75	40	55	7	28	25	16	5
51	Comercio al mayoreo	75	40	55	7	28	25	16	5
52	Comercio al menudeo y reparación	75	40	55	7	28	25	16	5
55	Hotels y restaurantes	75	32	55	7	28	25	16	5
60	Otro transporte terrestre	75	50	55	9	28	25	16	5
611	Transporte marítimo y de cabotaje	75	50	55	9	28	35 - 25 <sup>b)</sup>	16	5
612	Transporte por vías de navegación interiores	75	50	55	9	28	50 - 40 - 30 <sup>b)</sup>	16	5
62	Transporte aéreo	75	50	55	9	28	25	16	5
63 excl 6301	Actividades de transporte complementarias y auxiliares	75	50	55	9	28	25	16	5
6301	Ferrocarriles	75	40	40	9	28	25	16	5
64	Correo y telecomunicaciones	75	40	25	6	28	25	16	5
66	Banca	75	36	55	6	28	25	16	5
67	Seguros y fondos de pensiones	75	36	55	6	28	25	16	5
65	Actividades auxiliares de la intermediación financiera	75	36	55	6	28	25	16	5
70	Actividades inmobiliarias	75	36	55	6	28	25	16	5
71	Alquiler de bienes muebles	75	36	55	6	28	25	16	5
72	Informática y actividades conexas	75	36	55	6	28	25	16	5
73	Inversión y desarrollo	75	36	55	6	28	25	16	5
74	Otras actividades empresariales	75	36	55	6	28	25	16	5
75 excl 7522	Administración pública y seguridad social	75	36	55	6	28	25	16	5
7522	Actividades de defensa	75	48	55	6	28	25	16	5
80 excl 804	Enseñanza subsidiada	75	48	55	6	28	25	16	5
804	Otras actividades de servicios n.c.p.	75	48	55	6	28	25	16	5
85	Servicios sociales y de salud	75	48	55	6	28	25	16	5
90	Alcantarillado y servicios de eliminación de desperdicios	75	36	55	6	28	25	16	5
91	Otras actividades de servicios n.c.p.	75	36	55	6	28	25	16	5
92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y de portivos	75	36	55	6	28	25	16	5
93	Otras actividades de servicios n.c.p.	75	36	55	6	28	25	16	5

a) 35 años hasta 1989; 25 años desde 1990

b) 50 años hasta 1955; 40 años desde 1956 hasta 1989; 30 años desde 1990

NG = no estimado. Un método directo es usado para el stock de capital

Tabla A.1 Vidas útiles promedio por activo e industria en Holanda.(continuación)

Nombre del activo	Maquinaria, livestock y equipo	Otros activos cultivados	Otros activos tangibles	Transferencia costo posesión de la tierra	Mineral exploración	Programas de informática	Originales	Costo de activos no financieros	Transferencia posesión de activos no financieros	
Nace	Industria									
1 and 2	Agricultura y silvicultura	14	NG	15	10	1	40	3	5	3
5	Pesca	14	NG	15	10	1	40	3	5	3
10 and 14	Otras minas y canteras	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
11	Extracción de petróleo y gas	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
15 and 16	Manufactura de alimentos, bebidas, tabaco	27	NG	15	12	1	40	3	5	3
17, 18 and 19	Manufactura de textiles y productos de piel	35	NG	15	12	1	40	3	5	3
20	Manufactura de madera y productos de madera	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
21	Manufactura de papel y productos de papel	27	NG	15	12	1	40	3	5	3
22	Edición e impresión	35	NG	15	12	1	40	3	5	3
23	Manufactura de productos de petróleo	22	NG	15	12	1	40	3	5	3
24	Manufactura de químicos, productos químicos	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
25	Manufactura de hule y productos plásticos	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
26	Manufactura de otros productos minerales no metálicos	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
27	Manufactura de metales básicos	33	NG	15	12	1	40	3	5	3
28	Manufactura de fabricación productos de metal	33	NG	15	12	1	40	3	5	3
29	Manufactura de maquinaria y equipo n.c.p.	33	NG	15	12	1	40	3	5	3
30	Manufactura de máquinas de oficina y computadoras	21	NG	15	8	1	40	3	5	3
31	Manufactura de maquinaria eléctrica y aparatos n.c.p.	18	NG	15	8	1	40	3	5	3
32	Manufactura de aparatos de radio, televisión y comunicación	18	NG	15	8	1	40	3	5	3
33	Manufactura de instrumentos médicos, de precisión y ópticos	15	NG	15	12	1	40	3	5	3
34	Manufactura vehículos de motor, remolques y semirremolques	30	NG	15	11	1	40	3	5	3
35	Manufactura de otro equipo de transporte	30	NG	15	11	1	40	3	5	3
36	Manufactura de muebles, manufacturas n.c.p.	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
37	Reciclado	30	NG	15	12	1	40	3	5	3
40	Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente	32	NG	15	12	1	40	3	5	3
41	Capitación, depuración y distribución de agua	32	NG	15	12	1	40	3	5	3
45	Construcción	15	NG	15	12	1	40	3	5	3
50	Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
51	Comercio al mayoreo	10	NG	15	10	1	40	3	5	3
52	Comercio al menudeo y reparación	10	NG	15	10	1	40	3	5	3
55	Hoteles y restaurantes	10	NG	15	12	1	40	3	5	3
60	Otro transporte terrestre	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
611	Transporte marítimo y de cabotaje	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
612	Transporte por vías de navegación interiores	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
62	Transporte aéreo	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
63 excl 6301	Actividades de transporte complementarias y auxiliares	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
6301	Ferrocarriles	11	NG	15	10	1	40	3	5	3
64	Correo y telecomunicaciones	15	NG	15	8	1	40	3	5	3
66	Banca	11	NG	15	8	1	40	3	10	3
67	Seguros y fondos de pensiones	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
65	Actividades auxiliares de la intermediación financiera	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
70	Actividades inmobiliarias	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
71	Alquiler de bienes muebles	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
72	Informática y actividades conexas	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
73	Investigación y desarrollo	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
74	Otras actividades empresariales	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
75 excl 7522	Administración pública y seguridad social	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
7522	Actividades de defensa	12	NG	15	8	1	40	3	5	3
80 excl 804	Enseñanza subsidiada	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
804	Otras actividades de servicios n.c.p.	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
85	Servicios sociales y de salud	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
90	Alcantarillado y servicios de eliminación de desperdicios	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
91	Otras actividades de servicios n.c.p.	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y de recreación	11	NG	15	8	1	40	3	5	3
93	Otras actividades de servicios n.c.p.	11	NG	15	8	1	40	3	5	3

a) 35 años hasta 1989; 25 años desde 1990

b) 50 años hasta 1955; 40 años desde 1956 hasta 1989; 30 años desde 1990

NG = no es estimado. Un método directo es usado para calcular el stock de capital

**Estados Unidos:** una descripción metodológica completa se puede encontrar en el Buró de Análisis Económico (2003), (BEA, por sus siglas en inglés), disponible en:  
[http://bea.gov/national/pdf/Fixed\\_Assets\\_1925\\_97.pdf](http://bea.gov/national/pdf/Fixed_Assets_1925_97.pdf).

### A.2 Tasas de depreciación y saldo decreciente para EE.UU.

BEA Tasas de depreciación, vidas útiles, saldo decreciente y categorías Hulten-Wyckoff

Tipo de Activo	Tasa de depreciación	Vida útil (años)	Saldo decreciente
<b>Equipo privado no-residencial</b>			
Software:			
Pre-empacado	0.5500	3	1.65
Diseño común	0.3300	5	1.65
Cuenta propia	0.3300	5	1.65
Maquinaria de oficina, cómputo y contabilidad:			
Años antes de 1978	0.2729	8	2.1832
1978 y años posteriores	0.3119	7	2.1832
Equipo de comunicaciones:			
Servicios empresariales	0.1500	11	1.65
Otras industrias	0.1100	15	1.65
Instrumentos	0.1350	12	1.6203
Fotocopiado y equipo relacionado	0.1800	9	1.6203
Combustible nuclear	.....	4	.....
Otros productos fabricados de metal	0.0917	18	1.65
Motores de vapor y turbinas	0.0516	32	1.65
Motores de combustión internas	0.2063	8	1.65
Máquinas metalmecánicas	0.1225	16	1.96
Maquinaria industrial especial, n.c.p.	0.1031	16	1.65
Industria general, incluyendo equipo para manejo de materiales	0.1072	16	1.715
Electricidad transmisión, distribución y aparatos industriales	0.0500	33	1.65
Camiones, autobuses y remolques:			
Tránsito local e interurbano de pasajeros	0.1232	14	1.7252
Transporte y almacenamiento; reparación de autos, servicios y estacionamiento	0.1725	10	1.7252
Otras industrias	0.1917	9	1.7252
Autos	.....	.....	.....
Aeroplanos:			
Transportación por aire, instituciones de depósito, y servicios empresariales:		16	1.65
Años antes de 1960	0.1031	20	1.65
1960 y años posteriores	0.0825		
Otras industrias:		12	1.65
Años antes de 1960	0.1375	15	1.65
1960 y años posteriores	0.1100	27	1.65
Barcos y botes	0.0611	28	1.65
Equipo ferroviario	0.0589	12	1.65
Muebles y accesorios para el hogar	0.1375	14	1.65
Otros muebles	0.1179	9	1.3064
Tractores agrícolas	0.1452	8	1.3064
Tractores para la construcción	0.1633	14	1.65
Maquinaria agrícola, excepto tractores	0.1179	10	1.5498
Maquinaria para la construcción, excepto tractores	0.1550	11	1.65
Maquinaria para minería y los campos petroleros	0.1500		
Maquinaria para la industria de servicios:		10	1.65
Comercio al mayoreo y al menudeo	0.1650	11	1.65
Otras industrias	0.1500	10	1.65
Aparatos para el hogar	0.1650	9	1.65
Otro equipo eléctrico	0.1834	11	1.623
Otros	0.1473		
<b>Estructuras privadas no-residenciales</b>		31	0.9747
Edificios industriales	0.0314	16	0.8892
Oficinas móviles	0.0556	36	0.8892
Edificios de oficina	0.0247	40	0.8892
Almacenes comerciales	0.0222	34	0.8892
Otros edificios comerciales	0.0262	48	0.9024
Edificios religiosos	0.0188	48	0.9024
Edificios educacionales	0.0188	48	0.9024
Edificios hospitales e institucionales	0.0188	32	0.899
Hoteles y moteles	0.0281	30	0.899
Edificios de diversión y recreativos	0.0300	38	0.899
Todos los otros edificios no agrícolas	0.0237	38	0.948

Tabla A.2 Tasas de depreciación y saldo decreciente para EE.UU. (continuación)

BEA Tasas de depreciación, vidas útiles, saldo decreciente y categorías Hulten-Wyckoff

Tipo de Activo	Tasa de depreciación	Vida útil (años)	Saldo decreciente
Remplazo de vía ferroviaria	0.0249	54	0.948
Otras estructuras ferroviarias	0.0176	40	0.948
Telecomunicaciones	0.0237		
Luz eléctrica y fuerza:		40	0.948
Años antes de 1946	0.0237	45	0.948
1946 y años después	0.0211	40	0.948
Gas	0.0237	40	0.948
Ductos de petróleo	0.0237	38	0.91
Granjas	0.0239		
Exploración minera, barrenas, y pozos:			
Petróleo y gas natural:		16	0.9008
Años antes de 1973	0.0563	12	0.9008
1973 y años posteriores	0.0751	20	0.9008
Otros	0.0450	38	0.899
Transito local	0.0237	40	0.899
Otros	0.0225		
<b>Capital residencial (privado y gobierno)</b>			
1-a-4-unidades estructuras-nuevas	0.0114	80	0.91
1-a-4-unidades estructuras-adiciones y alteraciones	0.0227	40	0.91
1-a-4-unidades estructuras-mayores reemplazos	0.0364	25	0.91
5-o-más-unidades estructuras-nuevas	0.0140	65	0.91
5-or-más-unidades estructuras-adiciones y alteraciones	0.0284	32	0.91
5-or-más-unidades estructuras-mayores reemplazos	0.0455	20	0.91
Casas prefabricadas	0.0455	20	0.91
Otras estructuras	0.0227	40	0.91
Equipo	0.1500	11	1.65
<b>Bienes durables propiedad de los consumidores</b>			
Muebles, incluyendo colchones y resortes	0.1179	14	1.65
Cocina y otros aparatos del hogar	0.1500	11	1.65
Porcelana, cristalería, vajillas y utensilios	0.1650	10	1.65
Otros muebles duraderos para el hogar	0.1650	10	1.65
Productos de video y audio, computadoras y equipo periférico, e instrumentos musicales	0.1833	9	1.65
Joyería y relojes	0.1500	11	1.65
Productos Oftálmicos y aparatos ortopédicos	0.2750	6	1.65
Libros y mapas	0.1650	10	1.65
Mercancías rodantes, equipo deportivo y fotográfico, botes, y aviones de esparcimiento	0.1650	10	1.65
Autos	.....	.....	.....
Otros vehículos de motor	0.2316	8	1.853
Llantas, cámaras, accesorios, y otras partes	0.6177	3	1.853
<b>Equipo no residencial del gobierno</b>			
Federal:			
Defensa nacional:			
Aeroplanos:			
Fuselajes:			
Bombarderos	0.0660	25	1.65
F-14 tipo	0.0868	19	1.65
Ataque, F-15 y F-16 tipos	0.0825	20	1.65
F-18 tipo	0.1100	15	1.65
Guerra electrónica	0.0717	23	1.65
Cargo y entrenamiento	0.0660	25	1.65
Helicópteros	0.0825	20	1.65
Motores	0.2750	6	1.65
Otros:			
Años antes de 1982	0.1179	14	1.65
1982 y años posteriores	0.1650	10	1.65
Mísiles:			
Estratégicos	.....	20	.....
Tácticos	.....	15	.....
Torpedos	.....	15	.....
Equipo para controlar incendios	.....	10	.....
Programas espaciales	.....	20	.....
Buques:			
Buques de superficie	0.0550	30	1.65
Submarinos	0.0660	25	1.65

**Tabla A.2 Tasas de depreciación y saldo decreciente para EE.UU. (continuación)**

Table 1. BEA Tasas de depreciación, vidas útiles, saldo decreciente y categorías Hulten-Wykoff

Tipo de Activo	Tasa de depreciación	Vida útil (años)	Saldo decreciente
Equipo proporcionado por el gobierno:			
Eléctrico	0.1834	9	1.65
Propulsión	0.0825	20	1.65
Casco, mecánico	0.0660	25	1.65
Artillería	0.1650	10	1.65
Otros	0.1650	10	1.65
Vehículos:			
Tanques, blindados de transporte de personal y otros vehículos de combate	0.0825	20	1.65
Vehículos no de combate:			
Camiones	0.2875	6	1.7252
Autos	.....	.....	.....
Otros	0.2465	7	1.7252
Equipo electrónico:			
Computadoras y equipo periférico	.....	.....	.....
Contramedidas electrónicas	0.2357	7	1.65
Otros	0.1650	10	1.65
Otro equipo:			
Médico	0.1834	9	1.65
Construcción	0.1550	10	1.5498
Industrial	0.0917	18	1.65
Planta de municiones	0.0868	19	1.65
Energía atómica	0.1375	12	1.65
Armas y control de incendios	0.1375	12	1.65
General	0.1650	10	1.65

**Tabla A.3 Tasas de depreciación y saldo decreciente para países seleccionados**  
**Supuestos de vida útil seleccionados por actividad**

Actividades	NACE Rev. 1	Italia		Bélgica		Finlandia		Alemania		Italia		Bélgica		Alemania		Finlandia	
		Maquinaria	Transporte	Maquinaria	Transporte	Maquinaria	Transporte	Maquinaria y Equipo	Edificios y estructuras								
Agricultura, Caza, Silvicultura	01-02	18	10	15	12	5-12	9	0		51	37					35-40	30-50
Pesca; operación de criaderos de peces y granjas piscícolas; etc.	05	18	10	15	25	15	10	0		35	39						
Minería y extracción	10-14					18	7	21						23		30	25
Minería y extracción de material para producir energía	10-12	18	10							35				23			
Otra minería y extracción	13-14	18	10	20	10			8		35	33		14				
Productos alimenticios, Bebidas y Tabaco	15-16	18	10	20	10	17-19	7	14		35	34		33			40	25
Textiles y productos textiles	17-18	18	10	19	10	14	7	14		35	38		40			35	40
Piel; manufactura de equipaje, etc.	19	18	10	18	10	14	7	14		35	38		41			35	40
Madera y productos de madera y corcho, etc.	20	18	10	18	10	16	10	11		35	45		35			35	25
Pulpa, papel y productos de papel, editorial, impresión	21-22	18	10	19	10	15-18	6-10	12		35	45		35			40	35
Coque, productos refinados de petróleo y combustible nuclear	23	18	10	18	10	23	10	18		35	38		27			35	40
Químicos y productos químicos	24	18	10	18	10	18	10	15		35	34		27			40	35
Hule y productos plásticos	25	18	10	17	10	18	7	13		35	34		34			45	40
Otros productos de minerales no-metálicos	26	18	10	19	10	19	10	14		35	30		30			40	40
Metales básicos, fabricación de productos de metal	27-28	18	10	21	10	16-23	8-12	14		35	35		29			40	30-40
Maquinaria y equipo n.c.p.	29	18	10	19	10	13	8	13		35	35		30			40	30
Equipo eléctrico y óptico	30-33	18	10	19	10	11	7	12		35	35		31			40	30
Equipo de transporte	34-35	18	10	18	10	15	9	11		35	35		30			45	40
Manufacturas n.c.p.; reciclaje	36-37	18	10	18	10	14	8	12		35	35		38			35	35
Suministro de energía y agua	40-41	18	10	25	10	24-27	8-10	19		40	42		45			45-50	35-40
Construcción	45			20	10	10	10	9			42		41			40	30
Comercio al mayoreo y al menudeo; reparaciones	50-52	18	10	15	8	15	10	10		65	40		50			40	30
Hoteles y restaurantes	55	18	10	15	8	15	10	12		65	40		59			40	
Transporte, almacenamiento y comunicación	60-64	18	10	15	15	5-25	7-25	13		80	40		33			20-50	20-70
Intermediación financiera	65-67	18	10	15	8	10		10		65	40-60		66			40	
Bienes raíces, alquiler y actividades empresariales	70-74	18	10	15	8	15	10	10		80	40-60		66			50	70
Administración pública y defensa; seguridad social	75	28	15	15	8	15	10	11		80	60-70		51			50	70
Educación	80	18	10	15	8	10-15	10	8		57	(60)		59			50	70
Salud y trabajo social	85	18	10	15	8	10-15	8-10	11		35	40		58			40-50	70
Otros servicios a la comunidad, sociales y personales	90-93			15	8	10-15	8-10	8			40		48			50	40-70

Tabla A.4 Tasas de depreciación y saldo decreciente para Canadá

Edificios	Edificios comerciales e institucionales	1004	Laboratorios, centros de investigación y desarrollo	0.066	32.4		
		1012	Distribuidores automotrices	0.087	24.5		
		1013	Edificios de oficinas	0.060	33.3		
		1014	Hoteles, moteles y centros de convenciones	0.059	36.0		
		1015	Restaurantes, tiendas de comida rápida, bares y centros nocturnos	0.087	23.0		
		1016	centros nocturnos	0.070	30.7		
		1018	Centros comerciales, plazas y tiendas	0.067	31.8		
		1019	Teatros, bellas artes y centros culturales	0.069	31.2		
		1201	culturales	0.062	34.7		
		1202	Edificios de salas de recreación	0.055	39.1		
		1203	Edificios educacionales	0.047	45.6		
		1204	Residencias estudiantiles	0.061	35.1		
		1205	Edificios religiosos	0.060	35.6		
		1206	Hospitales y otros centros de salud	0.076	27.9		
		1207	Residencias para ancianos	0.059	35.9		
		1208	Centros de atención infantil	0.094	23.3		
		1209	Bibliotecas	0.060	35.4		
		1210	Sitios históricos	0.046	46.2		
		1211	Penitenciarias, centros de detención y juzgados	0.081	26.4		
		1212	Museos, centros científicos y archives públicos	0.118	18.2		
		1214	Estaciones de bomberos	0.096	22.3		
		1299	Oficinas postales				
		1999	Arsenales, cuarteles, salas de ejercicios y otras estructuras de tipo militar	0.075	28.6		
		2201	Otros edificios institucionales/gubernamentales	0.071	30.0		
		3001	Otros edificios institucionales/gubernamentales	0.065	32.9		
			Otras construcciones de edificios	0.086	30.6		
			Terminales de pasajeros (tales como aéreas, barcos, autobuses y ferroviarias)				
			Edificios de radiodifusión y comunicación				
		Edificios industriales	Edificios industriales	1001	Plantas manufactureras	0.089	26.6
				1006	Almacenes, almacenamiento refrigerado y terminales de carga	0.068	32.2
				1007	Elevadores y terminales de grano	0.071	30.0
				1008	Garajes de mantenimiento, talleres e instalaciones para almacenamiento de equipo	0.084	28.0
				1009	Talleres ferroviarios y patios de máquinas	0.080	32.1
1010	Hangares para aeroplanos			0.096	26.7		
1011	Estaciones de servicio			0.123	17.4		
1021	Edificios agrícolas			0.095	27.0		
1022	Barracas, dormitorios, parrillas de campo y campamentos			0.161	13.3		
1099	Otros edificios industriales y comerciales			0.085	23.9		
3401	Edificios mineros			0.180	12.2		
3402	Edificios mineros para beneficios y tratamiento de minerales (excluyendo fundiciones y refinerías)			0.168	13.1		
5999	Otra construcción (1999/otros edificios)			0.150	21.0		

Tabla A.4 Tasas de depreciación y saldo decreciente para Canadá (continuación)

Grupo principal	Grupo de activos	Activo	Definición	Tasa estimada de depreciación	Vidas útiles encuestadas 1985 a 2001
<b>Maquinaria y equipo</b>	Computadoras	6002	Computadoras y equipo periférico	0.467	4.7
	Equipo Computarizado	6401	Equipo computarizado para manejo de materiales	0.191	13.4
		6402	Equipo computarizado para la producción manufacturera	0.174	12.7
		6403	Equipo computarizado para comunicación	0.225	9.5
		6410	Proceso computarizado de producción – machacadores y trituradores	0.204	12.6
		6413	Proceso computarizado de producción – otro	0.176	14.6
		6499	Otra maquinaria y equipo computarizado	0.314	8.2
	Equipo mobiliario	6001	Mobiliario y muebles de oficina	0.235	8.3
		6003	Mobiliario no oficina, muebles y accesorios	0.214	9.4
	Maquinaria pesada	6009	Motores, generadores, transformadores, turbinas, compresores y bombas	0.130	15.3
		6010	Equipo pesado de construcción*	0.172	13.9
		6011	Tractores de todos los tipos y otro equipo de campo*	0.171	14.5
		6013	Equipo de perforación y dinamitado	0.192	11.1
		6028	Montacargas, transporte y equipo de volteo (tales como carros slusher y muck)	0.208	10.2
	Equipo adjunto a la construcción	6005	Equipo de calefacción, eléctrico, plomería, aire acondicionado y refrigeración	0.167	12.5
		6006	Equipo para mitigación y control contaminación	0.151	16.7
		6007	Equipo de protección y seguridad	0.200	10.8
		6008	Equipo sanitario	0.218	10.7
	Equipo no computarizado	6601	Eq. no computarizado para manejo de material	0.182	10.6
		6602	Equipo de producción no computarizado para manufacturación	0.154	14.0
		6603	Equipo no computarizado para comunicación	0.214	11.1
		6610	Proceso de producción no computarizado - machacadores y trituradores	0.171	15.0
		6613	Proceso de producción no computarizado - otro	0.201	12.8
	Otro equipo de transporte	6205	Locomotoras, equipo rodante, vagones calle/subterráneo, otro tránsito rápido y principales partes*	0.103	25.3
		6206	Barcos y botes*	0.104	26.5
		6207	Aviones, helicópteros y motores de avión*	0.082	27.9
		6299	Otro equipo de transporte*	0.201	12.6
	Equipo de transporte de carretera	6201	Automóviles y principales partes de refacciones*	0.280	8.1
		6202	Autobuses y principales partes de refacciones*	0.149	17.4
		6203	Camiones, vans, tractocamiones, remolques y principales partes de refacciones*	0.227	10.6
		6204	Vehículos todo – terreno y principales partes de refacciones*	0.190	11.6
	Equipo científico	6004	Dispositivos científicos, profesionales y médicos	0.229	8.9
	Equipo de herramientas	6012	Herramientas capitalizadas y otras herramientas*	0.233	8.0
	Software	6021	Software, por cuenta propia	0.330	5.0
		6022	Software, pre-empacados	0.550	3.0
		6023	Software, diseño común	0.330	5.0
	Otra maquinaria y equipo	6014	Equipo de rescate	0.151	15.4
		6015	Contenedores industriales (tipo transportable)*	0.160	12.9
		6016	Ayudas a la navegación y equipo para medir el clima	0.225	11.1
		8999	Otra maquinaria y equipo (no especificado en otra parte)	0.166	10.9

Tabla A.4 Tasas de depreciación y saldo decreciente para Canadá (continuación)

Grupo principal	Grupo de activos	Activo	Definición	Tasa estimada de depreciación	Vidas útiles encuestadas 1985 a 2001
Maquinaria y equipo	Maquinaria y equipo relacionado con la producción de electricidad	9001	Generadores de gas y turbinas	0.130	22.9
		9002	Vapor y turbinas de vapor	0.130	26.4
		9010	Motores eléctricos y generadores	0.130	23.9
		9011	Transformadores eléctricos, convertidores de estática e inductores	0.130	30.3
		9012	Conmutadores y aparatos eléctricos	0.130	28.0
		9013	Equipo de control y protección eléctrica	0.229	15.0
		9015	Aparatos e instrumentos de medición, verificación o control automático	0.233	23.0
		9091	Medidores de electricidad	0.233	23.9
		9092	Calentadores de agua eléctricos	0.167	13.4
		9093	Partes de reactores nucleares, elementos combustibles y agua pesada	0.130	20.1
		9094	Turbinas hidráulicas	0.130	37.3
		9095	Calderas	0.166	26.2
9099	Otra maquinaria y equipo	0.166	16.9		
	Maquinaria y equipo específico para la producción minera y de petróleo y gas	6027	Elevadores de sondas y escaladoras	0.286	9.0
		6029	Elevadores de minas, jaulas, cuerdas y reatas	0.286	9.0
		6411	Proceso de producción computarizado – flotación y cyanidación	0.286	9.0
		6412	Proceso de producción computarizado – dispositivos de concentración gravitacional	0.286	9.0
		6611	Proceso de producción no computarizado – flotación y cyanidación	0.286	9.0
		6612	Proceso de producción no computarizado – dispositivos de concentración gravitacional	0.286	9.0
Ingeniería	Ingeniería	1002	Refinerías de petróleo	0.118	22.6
		1003	Plantas de procesamiento de gas natural	0.106	25.1
		1005	Contaminación, abatimiento y controles	0.095	23.1
		1017	Estacionamientos y garajes	0.085	25.9
		1020	Esparcimiento al aire libre (tales como parques, estadios abiertos, campos de golf y estaciones de ski)	0.099	22.2
		1213		0.087	25.4
		2001	Instalaciones para disposición de desperdicios	0.078	28.1
		2002	Muelles, embarcaderos, malecones y terminales	0.104	21.2
		2003	Dragado y manejo de montones	0.211	10.4
		2004	Diques, canales y cursos de agua	0.046	47.7
		2005	Proyectos de irrigación y reclamación de tierra	0.049	44.9
		2099	Otra construcción marina	0.071	31.0
		2202	Carreteras, caminos y calles (incluyendo caminos forestales)	0.089	24.8
		2203	Pistas aéreas (incluyendo alumbrado)	0.073	30.0
		2204	Vías férreas y brechas	0.060	36.9
		2205	Puentes, caballetes y pasos a desnivel	0.062	35.6
		2206	Túneles y otra ingeniería del transporte	0.039	56.6
		2299	Depósitos (incluyendo presas)	0.073	30.0
		2401	Troncos y redes de distribución de agua	0.056	39.0
		2402	Estaciones bombeo y plantas filtrado de agua	0.077	28.4
		2412	Tanques de almacenamiento de agua	0.062	35.6
		2413	Otra construcción de trabajos hidráulicos	0.207	10.6
2499	Tratamiento aguas residuales y plantas de eliminación (incluyendo estaciones de bombeo)	0.092	23.9		
2601	Sanitarias y colectores de tormentas, troncos y líneas de captación y zanjas abiertas para tormentas	0.099	22.2		
2602		0.076	28.8		

Tabla A.4 Tasas de depreciación y saldo decreciente para Canadá (continuación)

Grupo principal	Grupo de activos	Activo	Definición	Tasa estimada de depreciación	Vidas útiles encuestadas 1985 a 2001
<b>Ingeniería</b>	Ingeniería	2603	Lagunas	0.081	27.0
		2699	Construcción de otros sistemas de desagüe	0.100	22.0
		2801	Construcción de energía eléctrica	0.096	23.0
		2811	Planta de producción - vapor	0.055	40.0
		2812	Planta de producción - nuclear	0.051	43.0
		2813	Planta de producción - hidráulica	0.048	46.0
	Líneas eléctricas	2814	Líneas de transmisión eléctricas - elevadas	0.051	43.0
		2815	Líneas de transmisión eléctricas - subterráneas	0.049	45.0
		2816	Líneas de distribución eléctricas - elevadas	0.067	33.0
		2817	Líneas de distribución eléctricas - subterráneas	0.063	35.0
	Ingeniería	2899	Otra construcción (no especificada en otra parte)	0.063	35.0
	Ingeniería de comunicación	3002	Teléfono y líneas de cablevisión	0.122	20.0
		3003	Torres y antenas de comunicación	0.107	13.0
	Ingeniería	3099	Otra ingeniería de comunicación	0.146	16.0
		3201	Redes y servicios de gas	0.070	38.0
		3202	Estaciones de bombeo, petróleo	0.296	9.0
		3203	Estaciones de bombeo, gas	0.083	32.0
		3204	Almacenamiento a granel	0.113	23.0
		3205	Oleoductos	0.116	23.0
		3206	Gasoductos	0.081	33.0
		3216	Perforación de exploración	0.167	16.0
		3217	Perforación de desarrollo	0.167	16.0
		3218	Instalaciones de producción e ingeniería de	0.167	16.0
		3219	petróleo y gas	0.167	16.0
		3220	Proyectos de recuperación mejorada	0.167	16.0
		3221	Gastos de perforación, pre-minería, investigación y otros	0.167	16.0
		3299	Gastos geológicos y geofísicos	0.074	36.0
		3403	Otras instalaciones de petróleo y gas	0.147	15.0
		3404	Ingeniería minera – bajo la superficie (pozos, derivas, margaritas)	0.157	14.0
		3411	Sistemas de eliminación de residuos y limpia de estanques	0.137	16.0
	3412		0.137	16.0	
	3413	Exploración minera en sitio	0.137	16.0	
	4999	Desarrollo minero en sitio	0.122	18.0	
		Exploración y evaluación de depósitos –fuera de sitios mineros			
		Otra ingeniería de construcción			

Nota: Asterisco\* y formato en negritas para las etiquetas de los activos indica que mostros detectamos un problema en la vida anticipada *ex-ante* y reemplazamos su estimación con la media *ex-post* de la vida útil.

Fuente: Statistics Canada.

## ANEXO B: IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTIMACIONES DEL CAPITAL USANDO UN CONJUNTO DE DATOS ARTIFICIALES

Este anexo usa las fórmulas trabajadas en el Capítulo 19 y las presenta en la secuencia típica de implementación. Un conjunto artificial pero no irreal de datos es usado para demostrar la implementación. El propósito de este anexo es documentar la secuencia de implementación, para demostrar como agregar a través de los sectores e industrias y para examinar los efectos de usar un enfoque *ex-ante* versus *ex-post* para medir los costos del usuario. El conjunto documentado de datos con todos los cálculos está disponible en forma de hoja de cálculo en [URL aquí]. El conjunto de datos tiene las siguientes características:

- El conjunto de datos distingue entre sectores institucionales e industrias. Las unidades institucionales son las “corporaciones” o los productores de mercado y el “gobierno” o los “productores no de mercado”, las industrias son las “manufacturas”, los “servicios” y la “administración pública”.
- La industria manufacturera está compuesta exclusivamente por las corporaciones. Para los servicios se ha hecho la distinción entre los productores de mercado y los productores no de mercado. La administración pública está integrada exclusivamente por los productores no de mercado.
- Se consideran tres tipos de activos, “maquinaria”, “software” y “tierra”. Ellos fueron elegidos para representar los tres tipos típicos de activos. “Maquinaria” es el equipo prototipo con un cambio en el precio a largo plazo que es un poco menor a la inflación y una vida útil media de mediano plazo; “software” se refiere al equipo de alta tecnología y corta vida útil y precios relativos decrecientes; “tierra” representa un activo no producido cuya cantidad está fija en nuestro ejemplo pero cuyos precios sufren movimientos cíclicos largos tal como se ha observado en la realidad.
- Se utilizan los perfiles edad-precio y edad-eficiencia en todo.
- Todos los productores afrontan el mismo precio de compra para los activos.
- Dos métodos principales serán comparados en el cálculo de los costos del usuario: las mediciones de los costos de capital *ex-post* y *ex-ante*. Para el caso *ex-post*, se hizo una distinción entre el caso estándar y el simplificado, según se muestra en la siguiente tabla.

Industria	Tipo de productor	Método	
		Tasa de retorno <i>Ex-post</i>	Tasa de retorno <i>Ex-ante</i>
		Método estándar con cambios en el precio de los activos <i>ex-post</i>	Método simplificado con cambios en el precio real de los activos fijo igual a cero
Manufacturas	Productores de mercado	Tasa de retorno endógena	4% tasa de retorno real exógena
Servicios	Productores de mercado		
	Productores no de mercado	Con tasa <i>ex-post</i> como promedio de la tasa <i>ex-post</i> de los productores de mercado	2% tasa de retorno real exógena
Administración Pública	Productores no de mercado		

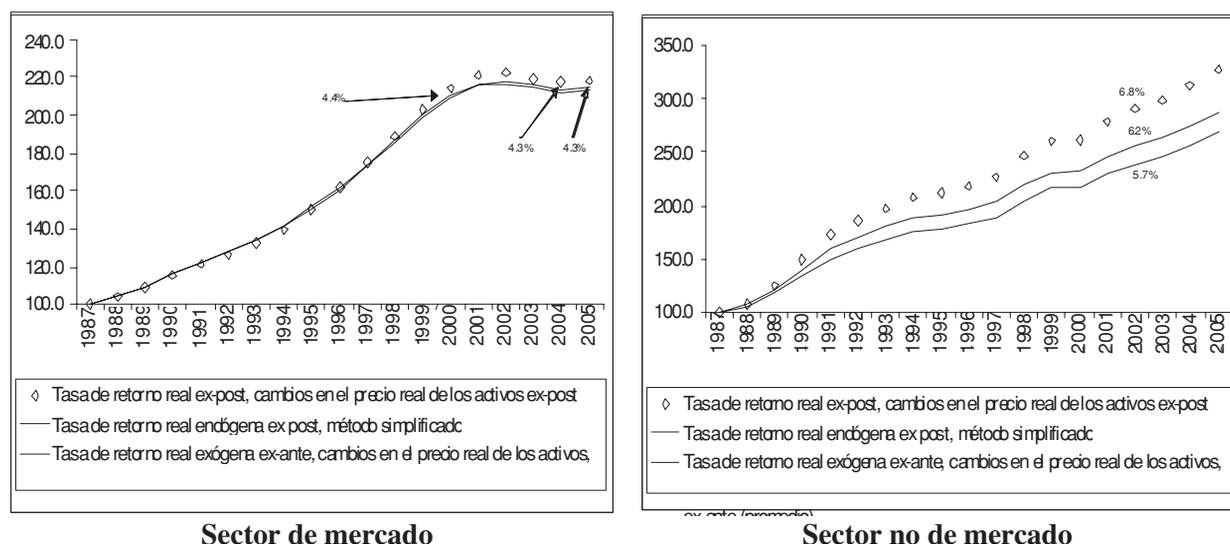
Los principales pasos en el proceso de cálculo fueron:

- Aplicar los índices de precios de FBCF (GFCF, siglas en inglés) a la inversión en maquinaria y software para obtener las series en dólares encadenados del año de referencia 2000.
- Estimar el stock inicial para cada activo. En nuestro simple ejemplo, el stock inicial fue calculado para el año 1979 como stock inicial = GFCF en 1979/crecimiento a largo plazo del precio constante GFCF + la tasa de depreciación). Obviamente, para la implementación actual, el stock inicial debe ser calculado para el periodo que se extiende más en el pasado así que los errores en las estimaciones del stock inicial tienen sólo un efecto pequeño en los niveles más recientes de los stocks de capital. El cálculo del stock inicial marca una diferencia principal respecto a los modelos con patrones no geométricos donde el stock inicial es necesario pero las series de tiempo de La GFCF de toda la vida útil de un activo. El stock de la tierra es expresado aquí en unidades físicas, y la información acerca de esta proviene de los registros de las encuestas sobre la tierra. El stock de tierra ha sido tomado como fijo en el presente ejemplo, implicando que existe sólo un tipo de tierra.
- Dado el stock neto al inicio del primer periodo,  $W^{1979B}$ , los stocks netos al final del periodo para todos los periodos consecutivos se fijan mediante la aplicación de la relación stock-flujo  $W^{tE} = W^{tB} + I^t - \delta(I^t/2 + W^{tB})$ . Todos los stocks son valorados a precios promedio (dólares encadenados) del año 2000.
- Con base en el stock neto y las tasas de depreciación, el valor de la depreciación a precios promedio del año 2000 es calculada por la aplicación de la tasa de depreciación al stock neto al inicio del periodo más la mitad de la inversión del periodo corriente:  $D^t/P_0^t = \delta[I^t/2 + W^{tB}]$ . Subsecuentemente, la depreciación es reevaluada a precios corrientes por la multiplicación a través del índice de precios para los bienes de capital,  $P_0^t$ .
- Sólo se requiere una pequeña transformación para calcular el stock neto anual promedio para cada periodo así como también el stock productivo  $K^t$  que, en el esquema de este *Manual*, es igual al stock de riqueza más la inversión en el último periodo:  $K^t = I^t/2 + W^{tB}$ .

- Dadas las series de tiempo del excedente bruto de operación  $G^t$  junto con la depreciación revaluada a precios corrientes,  $D^t$ , el excedente neto de operación  $N^t$  es medido como  $G^t - D^t$ . Para los productores no de mercado, el excedente neto de operación es cero en la primera instancia. Sin embargo, si los costos de capital son imputados de la manera que se muestra en el ejemplo, el excedente neto de operación no será diferente de cero.
- Los índices de precios de los activos reales son establecidos por la deflactación de los índices de precios nominales de los activos por el índice de precios al consumidor
- Para cada tipo de activo, industria y sector, el valor de los servicios de capital es calculado en las tres variantes mencionadas arriba. Los resultados están marcados con diferentes colores en la hoja de cálculo adjunta.
- Un índice de volumen encadenado de Laspeyres de los servicios de capital es calculado como un promedio ponderado del cambio en el volumen de cada activo del stock productivo con las participaciones del costo a los usuarios como ponderaciones. Similarmente, un índice del tipo Paasche es calculado y el promedio geométrico de ambos índices resulta en el índice de Fisher de los servicios de capital para cada combinación industria-sector.
- La agregación hacia la medición de los servicios de capital para los productores de mercado y para los productores no de mercado se procede de manera similar. El índice de volumen para los servicios de capital para el sector de mercado es un promedio ponderado del índice de volumen para los productores de mercado en la industria manufacturera y en los servicios. Las participaciones del costo a usuarios de cada productor sirven como ponderaciones en la agregación. El mismo procedimiento es aplicado para los productores no de mercado.
- La última agregación es a través de los productores de mercado y no de mercado para obtener una medida para el total de la economía.

Las siguientes conclusiones pueden ser obtenidas a partir del examen de los resultados. La primera e impresión general es que, en términos de las series de volumen de los servicios de capital, uno de los productos principales de los cálculos, los resultados son bastante robustos. Las diferencias entre los tres métodos de cálculo de los costos del usuario son bastante pequeñas para el sector de mercado. Para el sector no de mercado, las diferencias son mayores pero todavía menores que un punto porcentual en las tasas anuales promedio durante todo el periodo (ver Figura).

**Figure B.1 Comparación de tres métodos para el cálculo de los costos del usuario Índice de Volumen de los servicios de capital 1987 = 100**



Una segunda conclusión es que el conjunto de datos artificiales confirmó una observación hecha en muchos estudios empíricos, a saber, que el método endógeno, *ex-post* para el cálculo de los costos del usuario produce un mayor número de precios negativos de los servicios de capital que los otros métodos. Esto es inconveniente desde una perspectiva práctica.

Una tercera conclusión es que la comparación entre el excedente bruto de operación para los productores de mercado como es “tomado” de las cuentas nacionales y el excedente bruto de operación como es implicado por el método *ex-ante* resulta en una imagen como debería de ser esperada: las diferencias en el cambio de signo y la oscilación alrededor del valor a largo plazo es cercana a cero. Esto está en línea con la idea de que las diferencias entre los valores *ex-ante* y *ex-post* es un término “sorpresa”.

## ANEXO C: MÉTODO DE INVENTARIO PERMANENTE SIMPLIFICADO

Una implementación completa de un conjunto integrado de las medidas de capital puede estar más allá de la capacidad de algunos institutos de estadística cuando, como consecuencia de los recursos del sistema estadístico, sólo esté disponible la información más básica. Este anexo presenta una versión “mínima” de las medidas de capital. Su objetivo es ejemplificar un método simple para la medición del capital cuando la base de información es limitada.

**Series de inversión.** La implementación total del método del inventario permanente requiere relativamente de largas series de tiempo de la formación bruta de capital fijo, desagregada por tipo de activo y sector institucional o actividad industrial. Dicho conjunto de datos puede que no estén disponibles. En un mínimo, la siguiente clasificación de dos entradas para la inversión debe buscarse: dimensión sectorial: GFCF llevada a cabo por el gobierno y el sector privado y la dimensión del activo: GFCF en maquinaria y equipo y en las estructuras residenciales y no residenciales.

Dependiendo de la estructura económica del país en consideración, ciertos tipos de activos puede ser importante que además sean señalados. Por ejemplo, en algunos países en desarrollo, los activos cultivados tales como la cría de ganado pueden ser un tipo importante de bien de capital. En economías que son ricas en recursos, los activos del subsuelo tales como carbón, petróleo o reservas minerales o recursos biológicos no cultivados tales como bosques naturales pueden jugar un papel importante.

**Cálculo de los stocks netos de capital.** Como se ha explicado en otra parte en este *Manual*, el enfoque más simple de cálculo para la medición de la depreciación y los stocks netos es mediante el uso de una constante, la tasa de consumo de capital fijo independiente de la edad (tasa geométrica). Esto dispensa de la necesidad de especificar parámetros extra para el perfil de retiro y permite formular un vínculo directo entre los stocks de capital, la inversión y el consumo de capital fijo:

$$(72) \quad W^{tE} = W^{tB} + I^t - \delta(I^t/2 + W^{tB}) + X^t.$$

Para el caso de la presentación, recordemos las variables implicadas aquí:  $W^{tE}$  y  $W^{tB}$  que son los stocks de capital neto a principio y final de año,  $I^t$  es la formación bruta de capital fijo,  $\delta(I^t/2 + W^{tB})$  es el consumo de capital fijo, y  $X^t$  es otros cambios en el volumen del grupo de los activos. Todas las variables están valoradas a precios promedio de un periodo de referencia el cual puede ser el año  $t$ .

**Tasas de depreciación.** El primer paso para calcular el stock neto de arriba es seleccionar la tasa de consumo de capital fijo  $\delta$ . A falta de buena información acerca de las tasas de depreciación,  $\delta$  puede fijarse mediante la referencia de las tasas de depreciación de otros países para activos similares o de las vidas útiles de activos similares de otros países. Como se describió anteriormente (ver Capítulo 13), una manera común de estimar  $\delta$  es mediante el método del balance decreciente con  $\delta = R/T^A$  donde  $T^A$  es la vida útil promedio de un activo y  $R$  es un parámetro alrededor de 2. Debido a que las vidas útiles tienden a ser influenciadas por las condiciones institucionales y climáticas, es preferible usar los parámetros de otros países similares más que los de otros países diferentes. La tabla de abajo provee algunos puntos de referencia gruesos y listos para las tasas de depreciación promedio para clases de activos relativamente amplias.

**Tabla C.1 Ejemplos de puntos de referencia para las tasas de consumo de capital fijo, por tipo amplio de activo**

Maquinaria y equipo			Estructuras no residenciales y residenciales		
Parámetro balance decreciente R			Parámetro balance decreciente R		
Vida útil promedio $T^A$			Vida útil promedio $T^A$		
	1.5	2.0		1.0	1.5
10	15.0%	20.0%	40	3.8%	5.0%
15	10.0%	13.3%	50	3.0%	4.0%
20	7.5%	10.0%	60	2.5%	3.3%
25	6.0%	8.0%	70	2.1%	2.9%
			80	1.9%	2.5%

**Stocks iniciales.** Una vez que se ha hecho la selección para  $\delta$ , un stock inicial para el periodo  $t_0$  tiene que ser calculado. Para el cálculo del stock inicial, se han descrito varias avenidas en la Sección 15.7 – usando la información de la encuesta de capital y/o haciendo una estimación plausible de la tasa de crecimiento a largo plazo del volumen de la inversión. Además, una simple aproximación (Kohli 1982) se puede usar cuando se aplican los perfiles edad-eficiencia y edad-precio. En este caso, el stock productivo (o neto) puede ser usado al inicio del año de referencia  $t_0$  puede ser escrito aproximadamente como la inversión depreciada acumulada de los años previos.

$$(73) \quad W^{I0}(\text{geométrico}) \approx [I^{t0-1} + (1-\delta)I^{t0-2} + (1-\delta)^2I^{t0-3} + \dots]$$

Después, hacer un supuesto plausible acerca del crecimiento a largo plazo del volumen de la inversión – la posibilidad más simple puede ser fijarla igual a la tasa de crecimiento a largo plazo del volumen del PIB para la cual puede haber estimaciones empíricas y denominar esta tasa de crecimiento a largo plazo como  $\theta$ . Por hipótesis uno tiene  $I^t = I^{t-1}(1+\theta)$ . Esta relación puede insertarse en la expresión de arriba para el stock inicial de capital:

$$(74) \quad [I_{0-1} + (1-\delta)I_{0-2} + (1-\delta)^2I_{0-3} + \dots] = I_{0-1}[1 + (1-\delta)(1+\theta) + (1-\delta)^2(1+\theta)^2 + \dots] \\ = I_{0-1}(1+\theta)/(\delta + \theta) \\ = I_0/(\delta + \theta).$$

Ahora es posible aproximar el stock inicial de capital al inicio del periodo  $t_0$  por el producto del nivel de gasto de inversión en el periodo  $t_0$  (el primer periodo para el cual hay información sobre el gasto de inversión) y una combinación de los parámetros a largo plazo de la inversión o del crecimiento del PIB y la depreciación.

El primer periodo de tiempo para el cual la información sobre la GFCF esté disponible determinará la fecha para la cual este stock inicial  $W^{I0B}$  se puede calcular. Aunque las series de tiempo del volumen de la GFCF no estén disponibles directamente, ahora vale la pena intentar estimar las series de datos de la inversión para cuando menos algunos años hacia el pasado, para de esta manera colocar la estimación necesariamente inexacta para el stock de capital inicial tan lejos como sea posible en el pasado. Los errores de medición del stock inicial importarán mucho menos para las estimaciones más recientes.

Por ejemplo, una relación funcional entre el volumen de crecimiento de GFCF y el PIB podría ser establecido con base en aquellos periodos para los cuales existe la información. Bajo el supuesto de que esta relación es estable a través del tiempo y dadas las series del PIB con fechas hacia atrás en la historia, un conjunto de las series de GFCF se puede estimar y usarse junto con la estimación del stock inicial, para construir las mediciones del stock  $W^{IE}$  para los años recientes.

Algunas veces, los libros de las compañías o los registros administrativos proveen información acerca del “valor en libros” p.e., acerca del valor de los activos a precios históricos. Dicha información no se puede usar por sí misma para las estimaciones de capital. Sin embargo, en conjunción con otra información, esta puede proveer un punto de referencia adicional para los stocks iniciales. Para ver como dicho enfoque podría operar, considere que el valor en libros a precios históricos es simplemente la suma de la inversión pasada, registrada por un patrón de depreciación. El caso más típico es un patrón lineal donde los valores de la inversión se amortizan durante un periodo de  $T$  años.

Otro método para obtener una estimación del stock inicial data de Dadkhah y Zahedi (1986) y fue usado recientemente por Pyo (2008). Ellos consideran una función de producción Cobb-Douglas agregada junto con la identidad stock-flujo que vincula los stocks de capital y la inversión. La combinación de estas dos relaciones conduce a una relación donde el producto corriente depende de sus valores retrasados, de la inversión y del insumo de trabajo. Entonces, una técnica de búsqueda econométrica es aplicada simultáneamente para determinar el parámetro de la función de producción agregada y de la tasa de depreciación. Esto requiere información empírica sobre el producto, el insumo de trabajo y de la inversión pero no del capital. Bajo el supuesto de que los parámetros estimados son constantes, ellos se pueden usar para obtener una estimación inicial del stock de capital. Dadkhah y Zahedi (1986) presentan también otro enfoque que no requiere de datos sobre el insumo de trabajo porque este hace el supuesto de que el capital es el factor de la producción limitante – un supuesto que es más fácilmente justificable para los países en desarrollo que para los países desarrollados. Pyo (2008) implementa las estimaciones de los stocks iniciales de acuerdo con Dadkhah y Zahedi (1986) y de acuerdo al método de Kohli (1982) para 11 países. Para cerca de la mitad de ellos, los dos métodos presentan resultados similares pero para los otros países, existen grandes variaciones en las estimaciones. Por lo tanto es recomendable usar varios métodos para su comparación y pruebas de robustez de las estimaciones iniciales.

**Estimación de la estructura de stocks bajo información limitada.** Un elemento básico importante en las cuentas nacionales son las viviendas ocupadas por sus dueños. Ya sea que los mercados de renta permitan usar el método de renta equivalente o ya sea que se tenga que aplicar el método de costo a usuarios, una estimación del stock de las viviendas ocupadas por sus dueños es necesaria. La aplicación estándar del MIP requiere que las series de largo plazo de la inversión en vivienda estén disponibles. Cuando este no sea el caso, se presenta la cuestión de cómo se pueden hacer aproximaciones. Esta sección describe dicho método de aproximación, basado en Blades (2006), Eurostat (2001) y Katz (2007) pero con unas pocas adiciones a su método.

Un mínimo de información tiene que estar disponible. En particular, uno requiere:

- El número de unidades de viviendas ocupadas por sus dueños a medio año del periodo en consideración ( $W^{D,t}$ ). Esta información estará disponible típicamente a partir del censo más reciente, actualizado a la mitad del periodo corriente con la ayuda de la tasa de crecimiento de las viviendas estimada u observada. Si es posible, esta información debe ser estratificada de una manera que refleje las diferentes categorías de las viviendas, donde las categorías deben reflejar las características más pertinentes de la determinación de precios tales como, tamaño y/o localización.
- Una estimación, por ejemplo, de la comparación entre los diferentes censos, o del crecimiento a largo plazo del número de viviendas (de una categoría en particular) es necesaria también. Esta tasa será etiquetada con una  $b$  y podría ser calculada como  $b = (W^{D,t}/W^{D,t-\tau})^{1/\tau} - 1$ , si existen dos piezas de información censal disponibles,  $t$  años aparte.
- El nivel de precio promedio  $t$  de una vivienda recientemente construida (de una categoría en particular), excluyendo la tierra. Llamaremos a este precio  $P_0^{D,t}$  donde el subíndice 0 indica la edad del activo que en el presente caso es nuevo.

- La tasa de valor de mercado de la tierra ( $P^{L,t}$ ) respecto al valor de mercado de las viviendas (de una categoría en particular de viviendas) en el año actual:  $P^{L,t}/P_0^{D,t}$ . En la ausencia de mayor información, podría ser necesario considerar esta razón de tiempo-invariante.
- Una estimación del gasto en las principales mejoras a las viviendas y la tierra durante el presente año. Esta información es útil pero no vital para el cálculo a mano. El gasto en las mejoras será designado  $P_0^{D,t} M^t$  donde se ha asumido que el índice de precios de las principales mejoras es idéntico al índice de precios de las viviendas nuevas.

Con estos elementos a mano, el método se puede describir más precisamente. Observe que a pesar de la importancia de estratificar la información si es que es posible después de todo, la presentación procede con un solo tipo de vivienda para no sobrecargar la notación. La agregación a través de diferentes estratos, si está disponible, es directa.

Empezamos con replantear la fórmula para el stock de capital neto de las viviendas a medio periodo  $t$ , y valuadas a los precios de medio periodo  $t$ . En línea con la práctica de las cuentas nacionales, la inversión se supone que se lleva a cabo a la mitad de los periodos. La máxima vida útil de la vivienda es  $T$ , y  $P^{D,t}$  es el nivel de precios promedio para el stock neto de viviendas.  $W^{D,t}$  es medido en unidades físicas, p.e., como el número de viviendas (de una categoría en particular).

$$(75) P^{D,t} W^{D,t} = P_0^{D,t} I^{D,t} + P_1^{D,t} I^{D,t-1} + P_2^{D,t} I^{D,t-2} + \dots + P_T^{D,t} I^{D,t-T}$$

Divídase la expresión entre el precio de la nueva vivienda para obtener el perfil edad-precio  $\{\psi_n\}$  que ha sido explicada en otra parte del *Manual* (Capítulos 3.2, 5 y la Sección 19.3) y refleja la razón entre el precio del activo de  $n$  años de edad y el precio de un activo nuevo. Entonces, use la información acerca de la tasa de crecimiento a largo plazo de la inversión en vivienda ( $b$ ) para expresar la inversión en los periodos anteriores, como una proporción de la inversión presente en las viviendas. Como se muestra abajo, el valor del stock puede entonces ser expresado en proporción al valor de la inversión en las viviendas nuevas, con el factor de proporcionalidad ( $B$ ), la razón entre el valor de la inversión actual y el stock neto.

$$\begin{aligned} (76) P^{D,t} W^{D,t} &= P_0^{D,t} I^{D,t} + P_1^{D,t} I^{D,t-1} + P_2^{D,t} I^{D,t-2} + \dots + P_T^{D,t} I^{D,t-T} \\ &= P_0^{D,t} [I^{D,t} + \psi_1 I^{D,t-1} + \psi_2 I^{D,t-2} + \dots + \psi_T I^{D,t-T}] \\ &= P_0^{D,t} I^{D,t} [1 + \psi_1 (1+b)^{-1} + \psi_2 (1+b)^{-2} + \dots + \psi_T (1+b)^{-T}] \\ &= P_0^{D,t} I^{D,t} B. \end{aligned}$$

El perfil edad-precio o de depreciación  $\{\psi_n\}$  muestra como el precio de un activo de  $n$  años de edad se relaciona con el precio de un activo nuevo. Cuando la cohorte entera de los activos es considerada, el perfil edad-precio debe tomar en cuenta la distribución de retiro. Cómo se pueden combinar los perfiles edad-precio para un solo activo con las distribuciones de retiro se presenta en la Sección 13.3. La información necesaria para este cálculo comprende un supuesto acerca de la forma de la función edad-precio, un valor de la máxima vida útil de un grupo de activos y de los parámetros de la distribución de retiro. Blades (2006) supone una función lineal edad-precio. Esto tiene el mérito de la simplicidad pero no hace un ajuste para la distribución de retiro. El supuesto implícito es que todas las viviendas que fueron construidas en un año en particular terminan sus vidas útiles al mismo momento. Una manera simple de aproximación lineal a la función edad-precio en combinación con una distribución de retiro es para usar una tasa geométrica. Katz (2007) y Eurostat (2001) sugieren:

*“[...] la depreciación geométrica se puede usar con una tasa de saldo decreciente de 1.6. [...] Una tasa de saldo decreciente de 1.6 es la recomendada porque las simulaciones han demostrado que con esta tasa, el total de los costos del usuario para un stock de activos son los más similares al total de costos del usuario obtenidos usando el método lineal y aproximadamente a una distribución normal de las*

*vidas útiles alrededor de la media de la vida. El método geométrico es mucho más simple de implementar que el método lineal porque este no requiere que la depreciación sea estimada por separado para cada año de activos.” (Eurostat 2001, p. 19).*

Bajo el método del saldo decreciente (ver Sección 12.1), una tasa de depreciación  $\delta$  es calculada como  $\delta=R/T^A$  donde  $R$  es la tasa del saldo decreciente y  $T^A$  es la vida útil promedio. Siguiendo la recomendación para usar  $R=1.6$  una vida útil de 50 años<sup>58</sup> resultaría en una tasa de depreciación de  $\delta=R/T^A$ . Bajo una tasa geométrica de depreciación  $\delta$ , el perfil edad-precio está dado por  $(1-\delta)^n$  ( $n=0,1,2,\dots$ ) observando que las series se extienden ahora hasta infinito. Mediante una manipulación similar a la expresión (22) uno obtiene:

$$\begin{aligned}
 (77) \quad B &= [1+\psi_1(1+b)^{-1}+\psi_2(1+b)^{-2}+\dots+\psi_T(1+b)^{-T}] \\
 &= [1+(1-\delta)/(1+b)+(1-\delta)^2/(1+b)^2+(1-\delta)^3/(1+b)^3\dots] \\
 &= [1-(1-\delta)/(1+b)]^{-1} \\
 &= (1+b)/(b+\delta).
 \end{aligned}$$

Cuando no hay crecimiento en las viviendas ( $b=0$ ),  $B$  es igual  $1/\delta$ , o  $[1+(1-\delta)+(1-\delta)^2+(1-\delta)^3\dots]$ . Este es exactamente el número de viviendas que se deberán observar si en cada periodo pasado se ha construido una vivienda.  $I^{D,t}B$  constituirá entonces el stock de viviendas si durante el pasado, es la misma inversión como la del periodo presente,  $I^{D,t}$ , se ha llevado a cabo. Cuando  $b$  es positiva, la interpretación es similar excepto que existe una situación donde el número de viviendas ha aumentado gradualmente a través del tiempo. Como antes,  $I^{D,t}B$  es el tamaño del stock de viviendas y  $P_0^{D,t} I^{D,t} B$  es su valor a los precios a mitad del año del periodo  $t$ .

$P_0^{D,t} I^{D,t} B$  puede servir como una primera estimación para el valor del stock de viviendas. Sin embargo, este cálculo ignora un elemento importante, a saber, las principales mejoras a las viviendas. Estas son capitalizadas bajo las reglas de las cuentas nacionales y son contabilizadas como adiciones al stock neto de capital cuando el método del inventario permanente es aplicado. Se debe esperar que las principales mejoras aumenten conforme aumenta la edad de los bienes de capital. Si  $M^t$  son los gastos reales en el mantenimiento durante el periodo  $t$ , una posible relación con la inversión pasada es  $M^t = \alpha_1 I^{D,t-1} + \alpha_2 I^{D,t-2} + \alpha_3 I^{D,t-3} + \dots$  con  $0 < \alpha_n$  y aumentando con  $n$ . Para mantener las cosas simples, supondremos que  $\alpha$  es una constante así que:

$$\begin{aligned}
 (78) \quad M^t &= \alpha I^{D,t} [(1+b)^{-1} + (1+b)^{-2} + (1+b)^{-3} + \dots] \\
 &= \alpha I^{D,t} [1 + (1+b)^{-1} + (1+b)^{-2} + (1+b)^{-3} + \dots] - \alpha I^{D,t} \\
 &= \alpha I^{D,t} (1+b)/b - \alpha I^{D,t} \\
 &= \alpha I^{D,t}/b.
 \end{aligned}$$

La expresión (78) se puede combinar ahora con (76) para formar una estimación mejorada del stock de vivienda con las principales mejoras añadidas a la nueva inversión:

$$\begin{aligned}
 (79) \quad P^{D,t} W^{D,t} &= P_0^{D,t} (I^{D,t} + M^t) B \\
 &= P_0^{D,t} (I^{D,t} + \alpha I^{D,t}/b) (1+b)/(b+\delta) \\
 &= P_0^{D,t} I^{D,t} (1+\alpha/b) (1+b)/(b+\delta) \\
 &= P_0^{D,t} I^{D,t} C \text{ donde } C \equiv (1+\alpha/b) (1+b)/(b+\delta).
 \end{aligned}$$

<sup>58</sup> Katz (2007) puntualiza que “... algunos países de Europa Occidental han usado la vida de 50 años, que resultaría en una tasa de depreciación del 3.2%. En contraste, los EE.UU. usan ahora un saldo decreciente de 0.91 para las estructuras residenciales, esto corresponde a la tasa geométrica de depreciación del 1.14% para 5 o más unidades de vivienda. En comparación, los EE.UU. usan tasas que son más del doble de estas tasas geométricas de depreciación para los principales reemplazos y para las adiciones y alteraciones de las viviendas”.

El factor C es igual a la tasa de las nuevas inversiones para el stock neto de las viviendas y este puede ser estimado relativamente fácilmente, dados los valores de los parámetros  $\alpha$ , b y  $\delta$ . El Tabla de abajo provee un ejemplo para dicho cálculo. Suponiendo que el valor de la inversión en las viviendas nuevas durante el presente periodo ( $P_0^{D \cdot T^D}$ ) es igual a 1000 dada una vida útil promedio de 60 años así como también una tasa decreciente del balance de 1.6, la tasa de depreciación implicada es de 2.7%. Suponga que el crecimiento a largo plazo en el número de viviendas es alrededor del 2% por año y que la mayores mejoras cuentan por alrededor del 20% de la inversión (en comparación esta tasa fue alrededor del 25% para las viviendas ocupadas por sus dueños en los EE.UU. durante las dos últimas décadas). Entonces, la razón estimada de las nueva inversiones respecto al stock neto (C) se vuelve de alrededor del 26%. Multiplicando esta por 1000 resulta en una estimación del stock neto de las viviendas (excluyendo la tierra) para el periodo t. nuevamente, mediante una comparación, la misma tasa ha sido de 22% en promedio para los EE.UU. durante las dos últimas décadas, así que el 26% no parece una cifra implausible.

**Tabla C.2 Ejemplo para le estimación de un stock de vivienda bajo información limitada**

Valor de la nueva inversión	año t	1000
Vida útil promedio		60
Tasa de balance decreciente		1.6
Tasa de depreciación = $1.6/T$		0.027
Tasa de crecimiento a largo plazo del número de viviendas (b)		0.02
Principales mejoras como una participación de la inversión = $\alpha/b$		0.20
$C=(1+\alpha/b)(1+b)/(b+\delta)$ .		26.2
Stock neto de viviendas a precios corrientes		26229

**ANEXO D: VÍNCULOS ENTRE LOS PERFILES EDAD-EFICIENCIA Y EDAD-PRECIO**

Este anexo describe con algún detalle, los vínculos entre el perfil edad–eficiencia y el perfil edad–precio en el caso no geométrico. Se hace una distinción entre los perfiles edad –eficiencia y edad–precio para los activos individuales y para las cohortes de activos.

Primero mencionamos la condición óptima (56) que dice que un productor que minimiza sus costos usará los bienes de capital de diferente edad hasta que su eficiencia productiva relativa sea igual a los ingresos relativos para estos activos. Se supone que esto se mantiene para la cohorte como un todo así como para los activos individuales. Sea  $h_n$  y  $f_n^t$  la función edad–eficiencia de la cohorte y el costo a usuarios, respectivamente, por lo que  $h_n=f_n^t/f_0^t$  se mantiene y sea  $g_n(T)$  y  $c_n^t$  significa la función edad–eficiencia de un activo individual y el costo del usuario de tal manera que  $g_n(T) = c_n^t(T) / c_0^t(T)$  se mantiene. Las variables para los activos individuales han sido indizadas con T para señalar su dependencia en una vida útil T que generalmente variará entre los activos individuales.

La primera tarea es verificar la forma de la función edad–precio de una cohorte, dada la función edad–eficiencia de una cohorte. Nosotros lo hacemos mediante la combinación de la condición de equilibrio de mercado del activo (los precios del activo iguales a los valores de los ingresos esperados generados por el activo) con la definición de la función edad–precio de la cohorte  $\psi_n$ . Como anteriormente en el texto,  $P_n^{tB}$  significa el precio de un activo de en el periodo n al inicio del periodo t.

$$\begin{aligned}
 \psi_n &= P_n^{tB} / P_0^{tB} \\
 &= \frac{f_n^t(1+r_{(tB)})^{-1} + f_{n+1}^{t+1}(1+r_{(tB)})^{-2} + f_{n+2}^{t+2}(1+r_{(tB)})^{-3} + \dots}{f_0^t(1+r_{(tB)})^{-1} + f_1^{t+1}(1+r_{(tB)})^{-2} + f_2^{t+2}(1+r_{(tB)})^{-3} + \dots} \\
 (80) \quad &= \frac{f_n^t(1+r_{(tB)})^{-1} + f_{n+1}^t(1+i_{(tB)})(1+r_{(tB)})^{-2} + f_{n+2}^t(1+i_{(tB)})^2(1+r_{(tB)})^{-3} + \dots}{f_0^t(1+r_{(tB)})^{-1} + f_1^t(1+i_{(tB)})(1+r_{(tB)})^{-2} + f_2^{t+2}(1+i_{(tB)})^2(1+r_{(tB)})^{-3} + \dots} \\
 &= \frac{f_n^t(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + f_{n+1}^t(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + f_{n+2}^t(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots}{f_0^t(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + f_1^t(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + f_2^{t+2}(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots}
 \end{aligned}$$

En esta expresión, las tasas de retorno y los cambios en las tasas del precio de la renta han sido expresadas en términos reales. El siguiente paso consiste en invocar la condición de óptimo  $h_n=f_n^t/f_0^t$ :

$$\begin{aligned}
 \psi_n &= \frac{f_n^t(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + f_{n+1}^t(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + f_{n+2}^t(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots}{f_0^t(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + f_1^t(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + f_2^{t+2}(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots} \\
 (81) \quad &= \frac{h_n(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + h_{n+1}(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + h_{n+2}(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots}{(1+i_{(tB)}^*)(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + h_1(1+i_{(tB)}^*)^2(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + h_2(1+i_{(tB)}^*)^3(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots}
 \end{aligned}$$

Ahora es aparente que, dado el perfil edad–eficiencia de una cohorte  $h_n$  y la tasa de retorno real  $r^*$  así como un término para las ganancias/pérdidas reales retenidas  $i^*$ , una función edad–precio  $\psi_n$  puede ser derivada para la cohorte. Para simplificar el tema, las pérdidas o ganancias reales retenidas pueden ser fijadas iguales a cero por lo que la expresión de arriba se reduce a:

$$(82) \quad \psi_n = \frac{(h_n(1+r_{(tB)}^*)^{-1} + h_{n+1}(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + h_{n+2}(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots)}{((1+r_{(tB)}^*)^{-1} + h_1(1+r_{(tB)}^*)^{-2} + h_2(1+r_{(tB)}^*)^{-3} + \dots)}$$

$$= \frac{\sum_{s=0}^{T^{\max}-n} h_{n+s}(1+r_{(tB)}^*)^{-(s+1)}}{\sum_{s=0}^{T^{\max}} h_s(1+r_{(tB)}^*)^{-(s+1)}}$$

Por tanto, el precio para los activos de un periodo  $n$  de edad en una cohorte en relación al precio del nuevo activo corresponden a la razón de las unidades de eficiencia descontada de un activo que queda de  $n$  años de edad respecto a aquellos que le quedan en un activo nuevo. El perfil de eficiencia  $h_n$  representa el perfil edad–eficiencia de una cohorte como un todo. Esto toma en cuenta el hecho de que sobre el máximo de la vida útil de un grupo de activos,  $T^{\max}$ , los activos individuales tendrán diferentes vidas útiles y serán retirados antes de  $T^{\max}$ . En la Sección 13.3, el perfil edad–eficiencia de la cohorte fue calculado a partir de los perfiles edad–eficiencia  $g_n(T)$  de los activos individuales y una función de densidad de probabilidad  $F_T$  para el retiro como:

$$(83) \quad h_n = \sum_{T=n}^{T^{\max}} g_n(T)F_T$$

La segunda avenida a ser explorada es la derivación del perfil edad–eficiencia de la cohorte a partir de su perfil edad–precio. Esta vez, el punto de partida es la función edad–precio de la cohorte,  $\psi_n$  que tomamos como un promedio de las funciones edad–precio de los activos individuales,  $\theta_n(T)$ . Similar a las funciones individuales edad–eficiencia introducidas arriba, estas funciones edad–precio dependen de la vida útil de cada activo  $T$ . Combinadas con la probabilidad de retiro  $F_T$  uno obtiene:

$$(84) \quad \psi_n = \sum_{T=n}^{T^{\max}} \theta_n(T)F_T .$$

Nuevamente el equilibrio de mercado del activo y la condición de optimalidad invocadas anteriormente entran en juego. El patrón edad-eficiencia para una cohorte de activos es calculada como sigue:

$$\begin{aligned}
 (85) \quad h_n &= \frac{f_n^t}{f_0^t} = \frac{P_n^{tb} r_{(tb)} + d_n^t - Z_n^t}{P_0^{tb} r_{(tb)} + d_0^t - Z_0^t} \\
 &= \frac{P_n^{tb} r_{(tb)} + P_n^{tb} \delta_n (1 + i_{(tb)} / 2) - P_n^{tb} i_{(tb)} (1 - \delta_n / 2)}{P_0^{tb} r_{(tb)} + P_0^{tb} \delta_0 (1 + i_{(tb)} / 2) - P_0^{tb} i_{(tb)} (1 - \delta_0 / 2)} \\
 &= \frac{P_n^{tb} (r_{(tb)} + \delta_n - i_{(tb)} + \delta_n i_{(tb)})}{P_0^{tb} (r_{(tb)} + \delta_0 - i_{(tb)} + \delta_0 i_{(tb)})} \\
 &= \frac{P_n^{tb} (r_{(tb)} - i_{(tb)} + \delta_n (1 + i_{(tb)}))}{P_0^{tb} (r_{(tb)} - i_{(tb)} + \delta_0 (1 + i_{(tb)}))} \\
 &= \frac{P_n^{tb} (r_{(tb)}^* - i_{(tb)}^* + \delta_n (1 + i_{(tb)}^*))}{P_0^{tb} (r_{(tb)}^* - i_{(tb)}^* + \delta_0 (1 + i_{(tb)}^*))}
 \end{aligned}$$

Aquí, el perfil edad-eficiencia ha sido expresado como una función de la tasa real de retorno, la tasa real de las pérdidas o ganancias retenidas y la tasa de la depreciación. Una versión simplificada –suficiente para la mayoría de las aplicaciones prácticas– es efectuar el cálculo ignorando las pérdidas o ganancias retenidas. Entonces, el perfil edad-eficiencia correspondiente a la depreciación es:

$$(86) \quad h_n = \frac{P_n^{tb} (r_{(tb)}^* + \delta_n)}{P_0^{tb} (r_{(tb)}^* + \delta_0)} = \psi_n \frac{(r_{(tb)}^* + \delta_n)}{(r_{(tb)}^* + \delta_0)}.$$

Sin embargo, este no es el fin de la historia. Las tasas de depreciación de la cohorte  $\delta_n$  y  $\delta_0$  son por sí mismas funciones del perfil edad–precio de la cohorte y esto debe tomarse en cuenta cuando una expresión completa para el perfil edad–precio de la cohorte deba ser derivado. A partir de la definición de las tasas de la depreciación uno tiene  $\delta_n \equiv 1 - \psi_{n+1} / \psi_n$ , o cuando el precio del perfil de la cohorte está totalmente escrito:

$$\begin{aligned}
 \delta_n &\equiv 1 - \psi_{n+1} / \psi_n \\
 &= 1 - \frac{\sum_{T=n+1}^{T_{\max}} \theta_{n+1}(T) F_T}{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T} \\
 (87) \quad &= \frac{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T - \sum_{T=n+1}^{T_{\max}} \theta_{n+1}(T) F_T}{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T} \\
 &= \frac{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T - \sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_{n+1}(T) F_T}{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T} \\
 &= \frac{\sum_{T=n}^{T_{\max}} (\theta_n(T) F_T - \theta_{n+1}(T) F_T)}{\sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T}
 \end{aligned}$$

Las últimas dos líneas parten del hecho de que el precio de un activo de  $(n+1)$  años con una vida útil de  $n$  años tiene que ser cero, así que  $\theta_{n+1}(n)=0$ . En el siguiente paso, esta expresión es insertada en la fórmula simplificada para el perfil edad–eficiencia de la cohorte de arriba queda:

$$\begin{aligned}
 h_n &= \psi_n \frac{(r_{(tB)}^* + \delta_n)}{(r_{(tB)}^* + \delta_0)} \\
 &= \sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T \frac{(r_{(tB)}^* + \delta_n)}{(r_{(tB)}^* + \delta_0)} \\
 (88) \quad &= \frac{(r_{(tB)}^* \sum_{T=n}^{T_{\max}} \theta_n(T) F_T + \sum_{T=n}^{T_{\max}} (\theta_n(T) F_T - \theta_{n+1}(T) F_T))}{(r_{(tB)}^* + \theta_0 F_0)} \\
 &= \frac{(\sum_{T=n}^{T_{\max}} r_{(tB)}^* \theta_n(T) F_T + (\theta_n(T) F_T - \theta_{n+1}(T) F_T))}{(r_{(tB)}^* + \theta_0 F_0)} \\
 &= \frac{(\sum_{T=n}^{T_{\max}} r_{(tB)}^* P_n^{tB}(T) F_T + (P_n^{tB}(T) F_T - P_{n+1}^{tB}(T) F_T))}{P_0^{tB}(r_{(tB)}^* + \theta_0 F_0)} \\
 &= \sum_{T=n}^{T_{\max}} \frac{c_n(T) F_T}{c_0} = \sum_{T=n}^{T_{\max}} \frac{c_n(T) / c_0(T) F_T c_0(T)}{c_0} = \sum_{T=n}^{T_{\max}} \frac{g_n(T) F_T c_0(T)}{c_0}
 \end{aligned}$$

Estas largas derivaciones producen un resultado interesante. Resulta que la función edad–eficiencia de la cohorte es un promedio ponderado del *costo del usuario* de las funciones edad–eficiencia de las funciones edad–eficiencia de los activos individuales<sup>59</sup>. Esto es necesario para la consistencia con una función edad–precio para la cohorte de la forma  $\psi_n = \sum_{T=0}^{T=n} \theta_n(T) F_T$ . Si esta versión es elegida, no será posible elegir la avenida que empieza con la información sobre los patrones edad–eficiencia y consecuentemente derivar las funciones edad–precio para una cohorte. Esto es porque la construcción de la función edad–eficiencia de la cohorte requiere el conocimiento de los costos del usuario  $c_0$  como es mostrado arriba. Para obtener  $c_0$ , una medición de la depreciación es necesaria y, por lo tanto, un perfil edad–precio. Si uno quiere usar la función edad–eficiencia de la cohorte como punto de partida, uno está obligado entonces a usar el enfoque mostrado en la primera parte de este Anexo. Esto conduce a una función edad–precio diferente de la cohorte<sup>60</sup>. No es evidente cual versión deba de ser preferida.

Obsérvese que se presenta otro problema de consistencia cuando se usan en conjunción los perfiles no geométricos edad–eficiencia y edad–precio con las tasas de retorno calculadas endógenamente dado un perfil edad–precio, se requiere una tasa de retorno para derivar un perfil edad–precio consistente. Sin embargo, la tasa de retorno no puede ser derivada endógenamente a menos que exista información sobre la depreciación, lo que a su vez requiere el conocimiento del perfil edad–precio. Inversamente, cuando el perfil edad–precio es el punto de partida, se requiere el stock productivo para calcular la tasa de retorno endógena. Pero, el stock productivo depende del perfil edad–eficiencia cuya derivación requiere de información sobre las tasas de retorno. En principio, este problema puede ser resuelto a través de un sistema de ecuaciones simultáneas, si es que existe una solución, o mediante algoritmos iterativos. En la práctica, estas son formas tediosas de implementar las mediciones del capital y parece que la elección se reduce al uso de perfiles geométricos y/o el uso de tasas de retorno exógenas.

---

<sup>59</sup> El autor está obligado con Brian Sliker (BEA, EE.UU) quien demostró esto en un comentario a una versión del documento.

<sup>60</sup> Por tanto, en principio, debería de haber una notación diferente para las funciones edad–precio y edad–eficiencia de la cohorte, dependiendo del sentido de la derivación. Nos hemos abstenido de añadir esta complicación de notación.

## GLOSARIO

Activos	Los activos son entidades que funcionan como depósitos de valor y sobre las que los derechos de propiedad son ejecutadas por unidades institucionales, individual o colectivamente, y de los cuales beneficios económicos pueden derivarse para sus propietarios por poseerlos, o usarlos, durante un periodo de tiempo (el beneficio económico consiste de los ingresos primarios derivados del uso del activo y del valor, incluida la posibilidad de mantener pérdidas y ganancias, que podrían ser realizadas por la venta del activo o de darlo por terminado).
Arrendamiento financiero	Un contrato donde los riesgos y los premios de la propiedad son transferidos de facto del dueño legal al usuario del activo
Arrendamiento operacional	Un contrato donde los activos producidos son puestos a la disposición del usuario de un activo por periodos relativamente cortos de tiempo en retorno de una renta y donde el dueño del activo retiene la responsabilidad por el mantenimiento y la reparación
Balance	Estado financiero elaborado en un momento dado de tiempo, de los valores de los activos propiedad de una unidad institucional o sector y de las obligaciones financieras (p.e. pasivos) incurridos por esta unidad o sector.
Cohorte de activos	Conjunto de activos del mismo tipo y de la misma edad
Compensación de empleados	La remuneración total, en efectivo o en especie, pagadera por las empresas a los empleados en retorno por el trabajo hecho por estos últimos durante un periodo contable.
Consumo de capital fijo	“La declinación, durante el curso de un periodo contable, en el stock corriente de los activos fijos como resultado del deterioro físico, obsolescencia normal o daño accidental normal” (definición del SCN). La “Depreciación” y el “CCF” se usan como sinónimos en este <i>Manual</i> .
Costo a usuarios unitario	El costo a usuarios por dólar constante del stock productivo de un activo. Los costos del usuario unitarios son el precio por los servicios de capital de un activo que es usado por su dueño. Los costos unitarios al usuario y el precio de los servicios de capital son sinónimos.
Costo de capital	→ Valor de los servicios de capital
Costo de oportunidad	Evaluación colocada en las alternativas u oportunidades más altamente valuadas o rechazadas
Depreciación	La declinación esperada en el valor de un activo fijo conforme envejece → Consumo de capital fijo
Desgaste	La pérdida de la capacidad física de un activo para contribuir a la producción. El desgaste es normalmente modelado como una función de la edad del activo. El desgaste es el principal elemento que forma la función de edad-eficiencia.

Formación bruta de capital fijo	El valor total de las adquisiciones del productor, menos las disposiciones de activos fijos durante el periodo contable más ciertas adiciones al valor de los activos no producidos tales como las mejoras a la tierra
Ganancias de capital	→ Ganancias retenidas
Índice del volumen de los servicios de capital	Cuando existen varios tipos de activos que generan flujos de servicios de capital, un índice de volumen de los servicios de capital es construido como el promedio ponderado de los cambios proporcionales en la cantidad de los servicios de capital de cada activo. Cada participación del activo en el valor total de los servicios de capital constituye la ponderación apropiada para el índice de volumen.
Ingreso mixto	El superávit o déficit resultante de la producción de las empresas no incorporadas propiedad de los hogares; estos contienen implícitamente un elemento de remuneración del trabajo hecho por el dueño, o por otros miembros del hogar, que no pueden identificarse por separado del rendimiento para el dueño como empresario pero que excluye el excedente de operación proveniente de las viviendas ocupadas por sus dueños
Insumo de capital	La contribución física del capital en la producción de un producto. El insumo de capital es medido como el flujo de los servicios de capital en la producción
Método del inventario permanente (MIP)	Enfoque para la estimación de los stocks de capital de la acumulación de flujos de inversión, corregidos para el retiro y la depreciación (en el caso de los stocks netos) o de las pérdidas de eficiencia (en el caso de los stocks productivos)
Obsolescencia	Pérdida de valor del capital existente debido a que ya no es tecnológicamente adaptado para las condiciones económicas o porque ya está disponible una alternativa técnicamente superior. La obsolescencia se describe típicamente como un fenómeno del valor, no de uno que afecte los servicios físicos proporcionados por un bien de capital. Sin embargo, la obsolescencia puede afectar la vida útil de un activo y en consecuencia el volumen total de los servicios de capital que proporcione.
Pérdidas y ganancias retenidas	Las pérdidas y ganancias retenidas se pueden devengar durante el periodo contable a los dueños de los activos financieros y no financieros y los pasivos resultantes de un cambio en sus precios. Las pérdidas y ganancias retenidas son llamadas a veces como ganancias de capital o como revaloración de ítems
Perfil de depreciación	Pérdida del valor de un activo debido a la edad, expresado como porcentaje del valor de un activo nuevo
Perfil edad-eficiencia	Describe la capacidad productiva de un activo durante su vida útil. El índice se fija igual a uno para un activo nuevo y se vuelve cero cuando el activo ha alcanzado el final de su vida útil. La declinación en la capacidad productiva es un resultado del desgaste del activo.
Perfil edad-precio	Índice del precio de un bien de capital con respecto a su edad. El perfil edad-precio compara bienes de capital idénticos de diferente edad en el mismo momento. Típicamente, el perfil edad-precio declina con el incremento de la edad.
Precio de los servicios de capital	→ Costo a usuarios unitario

Precio de renta	El precio por usar una unidad del stock productivo durante un periodo específico de tiempo. El precio de renta es el precio de los servicios de capital de un activo que es rentado en el mercado → Renta.
Precios históricos	Stocks de capital valuados a precios históricos son los precios a los que fueron adquiridos originalmente los activos
Revaloración	→ Pérdidas y ganancias retenidas
Renta de un recurso	La renta económica de un recurso natural
Renta económica	Ingreso generado por un activo cuando es usado en la producción → Valor de los servicios de capital
Rentas (sobre activos fijos)	Las rentas sobre activos fijos son el monto pagadero por usuario de un activo fijo a su propietario, bajo un contrato de arrendamiento de operación o similar, por el derecho de uso del activo en la producción por un periodo específico de tiempo.
Rentas de la tierra	Las rentas sobre la tierra son un ingreso de propiedad: ellas consisten en los pagos hechos a los terratenientes por los inquilinos por el uso de la tierra durante un periodo específico de tiempo
Rentas sobre los activos del subsuelo	Las rentas sobre los activos del subsuelo son una forma de ingreso de propiedad: ellas consisten de los pagos hechos al dueño de un activo del subsuelo por la unidad institucional por el permiso para extraer el depósito del subsuelo durante un periodo específico de tiempo.
Retiro	El acto de poner un activo fuera de servicio porque ha alcanzado el final de su vida útil
Servicios de cantidad de capital	El flujo de los servicios productivos provistos por un activo que es empleado en la producción. El volumen de los servicios de capital refleja el concepto de una (cantidad) física, no confundirlo con el concepto de riqueza de capital. El volumen de los servicios de capital es la medida apropiada para el insumo de capital en el análisis de la producción.
Servicios de capital	→ Volumen de los servicios de capital
Stock bruto de capital	El stock de activos sobrevivientes de la inversión pasada y reevaluados a precios de comprador de los nuevos bienes de capital del periodo actual
Stock de capital productivo	El stock de un activo de tipo particular sobreviviente de periodos pasados y corregido por sus pérdidas en eficiencia productiva. Los stocks productivos constituyen un paso intermedio para el cálculo de los flujos de los servicios de capital. Sobre el supuesto de que el flujo de los servicios de capital es una proporción fija respecto de los stocks productivos.
Stock de riqueza de capital	→ Stock neto de capital.
Stock neto de capital	→ Stock de capital/riqueza
Tasa de depreciación	La tasa de depreciación de un activo de $s$ -años de edad es la diferencia en el precio de un activo de $s$ -años de edad y de un activo de $s+1$ años de edad, expresada como proporción del activo de $s$ -años de edad
Tasa de rendimiento ex-ante	Tasa de rendimiento esperada por el inversor
Tasa de rendimiento ex-post	Tasa de retorno realizada – el excedente neto de operación observado dividido entre el stock de activos netos
Tasa de retorno (nominal)	Rendimiento ajustado al riesgo sobre la inversión por dólar de inversión

Tasa de retorno (real)	$(1+\text{tasa de retorno nominal})/(1+\text{tasa general de inflación})-1$
Valor de la renta de un activo de tipo particular	El precio de renta de un activo de (tipo) particular multiplicado por el stock productivo rentado de un activo de (tipo) particular. Es igual al valor de los servicios de capital comprados por el arrendatario.
Valor de los servicios de capital de un activo de tipo particular	El ingreso generado por los activos cuando son usados en la producción. Calculados como costo a usuarios unitario de un activo de (tipo) particular multiplicado por el stock productivo de un activo de (tipo) particular. La “renta económica” es un sinónimo del valor de los servicios de capital.
Valor presente neto	Valor descontado de los flujos esperados de los beneficios por usar un activo en la producción: igual al valor del stock de un activo en equilibrio
Valor total de la renta	Suma de los valores de la renta de todos los activos productivos
Valor total de los servicios de capital	La suma del valor de los servicios de capital de todos los activos productivos
Valores reales/precios	Valores/precios que han sido deflactados con el índice de precios general, típicamente con el índice de precios al consumidor
Vida útil	La vida económica útil de un activo.

EDICIONES OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16  
IMPRESO EN FRANCIA  
(30 2009 12 4 P) ISBN 978-92-64-04366-4 – no 56846 2009

# Medición del Capital – Manual OCDE

## SEGUNDA EDICIÓN

El capital – en particular el de tipo físico – juega varios roles en la vida económica: este constituye riqueza y provee de servicios en el proceso de producción. El capital es invertido, desinvertido y se deprecia llegando a ser obsoleto, y existe una cuestión de cómo medir todas estas dimensiones del capital en la industria y en las cuentas nacionales. El presente *Manual del Capital* revisado es la primera guía comprehensiva para los enfoques hacia la medición del capital. Este está dirigido a estadísticos, investigadores y analistas, y trata de dar asesoría práctica, mientras que provee una estructura teórica y un resumen de la literatura relevante. El *Manual* se presenta en tres partes: una primera parte, con una descripción no técnica de los principales conceptos y de los pasos necesarios para la medición del capital; una segunda parte, dirigida a la implementación; y una tercera parte, describiendo la teoría con una formulación matemática más completa del proceso de medición.

El texto completo de este libro en inglés está disponible en línea por medio de estos enlaces:

[www.sourceoecd.org/generaleconomics/9789264025639](http://www.sourceoecd.org/generaleconomics/9789264025639)

[www.sourceoecd.org/statisticssourcesmethods/9789264025639](http://www.sourceoecd.org/statisticssourcesmethods/9789264025639)

Quienes tengan acceso a todos los libros de la OCDE en línea deberán usar este enlace:

[www.sourceoecd.org/9789264025639](http://www.sourceoecd.org/9789264025639)

**SourceOECD** es la librería en línea de la OCDE, que contiene libros, publicaciones periódicas y bases de datos estadísticas. Para mayor información acerca de este reconocido servicio y accesos de prueba, consulte a su biblioteca o escribanos a **SourceOECD@oecd.org**.

2009